



Página 25



Página 37



EL NATURAL INQUIRER

VOLUMEN 3, NÚMERO 1 • SERVICIO FORESTAL

Hojeando



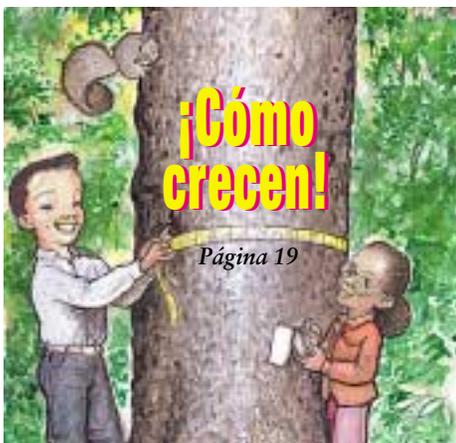
Página 13



Nadando

contra la corriente

Página 6



¡Cómo crecen!

Página 19



Por favor,
Ven a cenar
con nosotros

Página 31



¡Murcielagando!

Página 43



¡Seguiré soplando
hasta tumbar tus árboles!

Página 50

El Natural Inquirer

Volumen 3, Número 1,
Invierno del 2002

Edición de los Bosques Tropicales

Barbara McDonald
Servicio Forestal
Unidad de Investigación y
Desarrollo
Washington

Wilson González Espada
Universidad de Georgia
Departamento de Ciencias de
la Educación
Athens, Georgia

Científicos del Servicio Forestal en esta revista por orden de aparición:

John Francis
Andrew J.R. Gillespie
Michael Keller
Ariel Lugo
John Parrotta
Frederick Scatena
Peter Weaver
Joseph Wunderle

Científicos colaboradores que no son del Servicio Forestal y que aparecen en esta revista:

Jonathan Benstead
Elvira Cuevas
Oliver Henry Knowles
Steven Latta
James March
Sandra Molina
Catherine Pringle
Olga Ramos
Michael Reiners
Linda L. Vélez Rodríguez

Producido por:

Servicio Forestal
Dale Bosworth, Chief

Unidad de Investigación y
Desarrollo del
Washington, DC
Robert Lewis, Director en
Jefe
Equipo de evaluación y uso de
recursos
Fred Kaiser, Director

Unidad de Programas de
Dasonomía con los Estados
y Entes Privados
Michael Rains, Director en
Jefe
Ann Loose, Directora
Equipo de Educación para la
conservación

Con agradecimientos a:

Oficina de Comunicaciones
del
Servicio Forestal
Washington, DC

Instituto Internacional de
Dasonomía Tropical del
Servicio Forestal
Río Piedras, Puerto Rico

Eugene Odum
Universidad de Georgia
Athens, GA

Jessica Tanner
Escuelas Públicas de la ciudad
de Atlanta
Atlanta, GA

Julie Garrison
Sistema Escolar del Condado
de Barrow
Auburn, GA

Karen Murphy
Sistema Escolar del Condado
de Barrow
Bethlehem, GA

George Avalos
Centro de Diseño del
Departamento del Agricultura
de los Estados Unidos
Washington, DC

Katrina Krause
Servicio Forestal
Athens, GA

Servicio Forestal
Estación de Investigación del
Sureste
Athens, GA

Linda Ries
Servicio Forestal
Ogden, UT

Lisa Perez
Servicio Forestal
Salt Lake City, UT

Juana Gnecco
Emuel Aldridge
Abra Palabra Traducciones
Athens, GA

Lizzette Vélez
Servicio Forestal
Washington, DC

Comité Editorial



Maestra Wilma Zapata, Quinto Grado
Academia Presbiteriana
San Germán, Puerto Rico

Asistentes Especiales para la Edición



Mary Herman,
Athens, GA



Melissa Hughes,
Marion, NC



Ashley Mead,
Jefferson, GA



Samantha Mead,
Jefferson, GA



Hilde Sather-Wickster,
Athens, GA

Carta a los maestros

Para un profesor de ciencias es importante enseñar el método científico a sus alumnos, cualquiera que sea su área de estudio—ciencias de la vida, ciencias de la Tierra, etc. La mejor manera de enseñar el método científico es poniéndolo en práctica para así entrenar la mente de los estudiantes en el proceso de investigación. Esto le da independencia al estudiante y le permite buscar respuestas a las preguntas que se le presentan en el mundo en que vivimos. Como educadores, ustedes están en constante búsqueda de formas innovadoras que entusiasmen a sus alumnos a interesarse por la investigación científica. Las estrategias tradicionales de enseñanza pueden ser monótonas para los estudiantes de esta era donde la tecnología abunda. ‘El Natural Inquirer’ proporciona un acercamiento más fresco a la ciencia y una

mirada más amplia al mundo exterior que la que ofrece el salón de clase, aún sin salir de las instalaciones de la escuela.

‘El Natural Inquirer’ es una revista que sirve como recurso para la enseñanza de la ciencia a partir del Quinto Grado. Este contiene artículos que describen investigaciones acerca del medio ambiente y los recursos naturales, llevadas a cabo por investigadores del Servicio Forestal y sus colaboradores. Estos son artículos de revistas científicas, editados para satisfacer las necesidades de una audiencia que apenas empieza a enfrentarse a las lecturas científicas. Los artículos son fáciles de entender, atractivos a la vista, contienen glosarios e incluyen actividades para poner en práctica. El objetivo de ‘El Natural Inquirer’ es estimular la lectura crítica y el pensamiento científico al mismo tiempo que enseña acerca de la ecología, el medio ambiente y los recursos naturales. Ediciones y artículos anteriores de ‘El Natural Inquirer’ pueden encontrarse en la

página de Internet <http://www.naturalinquirer.usda.gov>.

Estándares para la educación científica:

Encontrarás al final de la revista, una matriz que te ayudará a identificar los estándares nacionales de la educación científica que satisface cada artículo.

¿Tienes sugerencias o preguntas?

Favor de comunicarte con:

Barbara McDonald
Forest Service
320 Green St.
Athens, GA 30602-2044
706.559.4224
barmac@bigfoot.com

Manual para los maestros:

Visita la página de Internet de ‘El Natural Inquirer’ <http://www.naturalinquirer.usda.gov>. Allí encontrarás el manual para el maestro. Puedes leerlo, grabarlo en su computador, o pedir una copia impresa.

Visite la página de Internet <http://www.naturalinquirer.usda.gov> para ver ediciones anteriores de ‘El Natural Inquirer’, ejemplos de planes de lecciones, juegos de palabras, el manual de los maestros, información acerca del Servicio Forestal y otros recursos.



Página 31



Página 43



Página 50

Tabla de contenido

Carta a los maestros	2
Acerca de 'El Natural Inquirer'	4
¿Qué es ser científico?	4
Bienvenidos a la edición de bosques tropicales de 'El Natural Inquirer'	5

Artículos:

Nadando contra la corriente:

Tubos, tomas de agua y los movimientos de los camarones de agua dulce	6
---	---

Hojeando:

El transporte de nutrientes entre los árboles y la tierra .	13
---	----

¡Cómo crecen!

Midiendo árboles en la cuenca de Bahía Canela	19
---	----

¡Es un gas!

El intercambio de gases entre la Tierra y la atmósfera .	25
--	----

Por favor, Ven a cenar con nosotros

Pájaros tropicales y sus invitados ocasionales	31
--	----

Algunas cosas siempre cambian:

El uso del terreno en un bosque tropical seco	37
---	----

¡Murcielagando!

¿Cómo el excremento de murciélago ayuda a restaurar un bosque tropical?	43
---	----

¡Seguiré soplando hasta tumbar tus árboles!

El efecto de la velocidad del viento en los árboles durante el paso del huracán Hugo por PR	50
---	----

¿Qué estándares nacionales para la educación científica son observados por 'El Natural Inquirer'? .Contraportada Interior

¿Qué es el Servicio Forestal?

Conexiones en Internet

'El Natural Inquirer' es una revista publicada en papel reciclado con tintas a base de soya. Por favor, préstale esta revista a otros lectores o recíclala después de haberla leído.

Acerca de 'El Natural Inquirer'

Los científicos reportan sus investigaciones en revistas científicas y de esa manera comparten información con sus colegas. Esta revista, 'El Natural Inquirer', fue creada para que los científicos pudieran compartir sus investigaciones contigo y otros estudiantes de escuela intermedia. Cada artículo habla de estudios científicos realizados por investigadores del Servicio Forestal. Si quieres saber más acerca del Servicio Forestal, puedes leer la contraportada de esta revista o visitar la página de Internet de 'El Natural Inquirer' (<http://www.naturalinquirer.usda.gov>).

Todos los artículos en 'El Natural Inquirer' tienen que ver con la naturaleza (árboles, insectos, actividades al aire libre, y agua). Al comienzo de cada artículo encontrarás una breve presentación de los científicos que llevaron a cabo la investigación. Después leerás algo relacionado con la ciencia y luego con el medio ambiente. También

encontrarás información acerca de un proyecto de investigación específico, escrito en el mismo formato que los investigadores utilizan cuando publican sus estudios en revistas científicas avanzadas. Luego, TÚ vas a convertirte en científico o científica llevando a cabo la actividad asociada con cada artículo. No te olvides de revisar el glosario y la sección llamada "Pensando en la ecología". Al pensar en la ecología, aprenderás los principios que se aplican a todos los organismos de la naturaleza, incluyéndote a tí.

Al final de cada sección en cada artículo, encontrarás algunas preguntas que te ayudarán a pensar acerca de lo que has leído. Esas preguntas no son parte de un examen. Sirven para ayudarte a pensar más acerca de cada investigación. Es probable que tu maestra o maestro utilice estas preguntas para que tú y tus compañeros las contesten durante la clase.

¿Qué es ser científico?

Los científicos son personas que bucan y evalúan información acerca de una amplia variedad de temas. Algunos científicos estudian el medio ambiente. Para ser un buen científico del medio ambiente, debes:

- **Tener curiosidad**—Debes estar interesado o interesada en aprender cosas nuevas.
- **Tener entusiasmo**—Debes estar interesado o interesada en algún tema relacionado con el medio ambiente.
- **Ser cuidadoso o cuidadosa**—Debes hacer todo con mucha precisión.

- **Tener una mente abierta**—Debes estar dispuesto o dispuesta a escuchar nuevas ideas.
- **Cuestionar todo**—Debes reflexionar acerca de lo que lees y observas.

Científicos trabajando



¡Bienvenidos a la edición de los bosques tropicales del Natural Inquirer!

Esta edición de 'El Natural Inquirer' presenta investigaciones forestales y del medio ambiente llevadas a cabo en la región tropical del hemisferio occidental (ver figura 1). El trópico es la región cerca de la línea ecuatorial, entre los 23.5° de latitud norte y los 23.5° de latitud sur. La latitud es medida por medio de líneas paralelas imaginarias a lo ancho de la Tierra. En las regiones tropicales cercanas al nivel del

mar hace calor durante todo el año, y en las regiones altas de las montañas, las temperaturas son más bajas y el clima es más frío (ver figura 2). El trópico se caracteriza por una gran variedad de biomas, o regiones con diferentes clases de organismos y vegetación. Los biomas son definidos, en gran parte, de acuerdo a la cantidad de precipitación que reciben durante el año. No todas las zonas en el trópico

reciben la misma cantidad de precipitación y por esto en el trópico existen los bosques tropicales húmedos, los bosques tropicales secos, las arboledas, las llanuras tropicales o sabanas y los desiertos.

En esta edición de 'El Natural Inquirer', las investigaciones fueron llevadas a cabo por científicos que trabajan en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (International Institute of Tropical Forestry, IITF, por sus siglas en inglés, ver figura 3). El IITF está localizado en Puerto Rico, una isla tropical en el Mar Caribe (ver figura 4). El Instituto lleva a cabo investigaciones para ayudar a cuidar y mantener los bosques tropicales y las especies de animales que viven en estos bosques. Además, investiga para cuidar otros recursos dentro de los bosques como lo son los ríos, las quebradas y las áreas aledañas a estos bosques. Los hallazgos de estas investigaciones ayudan a mantener los bosques en buen estado para nuestro disfrute y el de futuras generaciones. El IITF es parte del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. En la contraportada de 'El Natural Inquirer' puedes aprender más acerca del Servicio Forestal, o también en la sección "About the Forest Service" (acerca del Servicio Forestal) de la página de Internet www.naturalinquirer.usda.gov.



Figura 1. En esta edición presentamos investigaciones llevadas a cabo en Puerto Rico, las Islas Vírgenes de los Estados Unidos, Costa Rica, República Dominicana y Brasil.

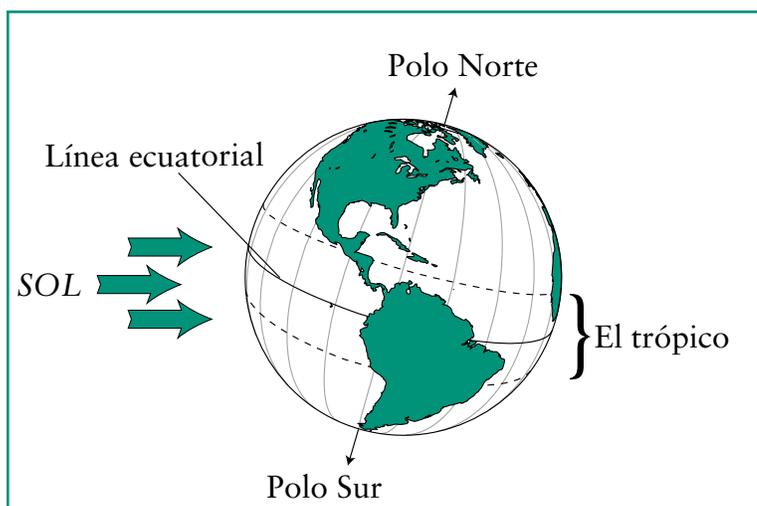
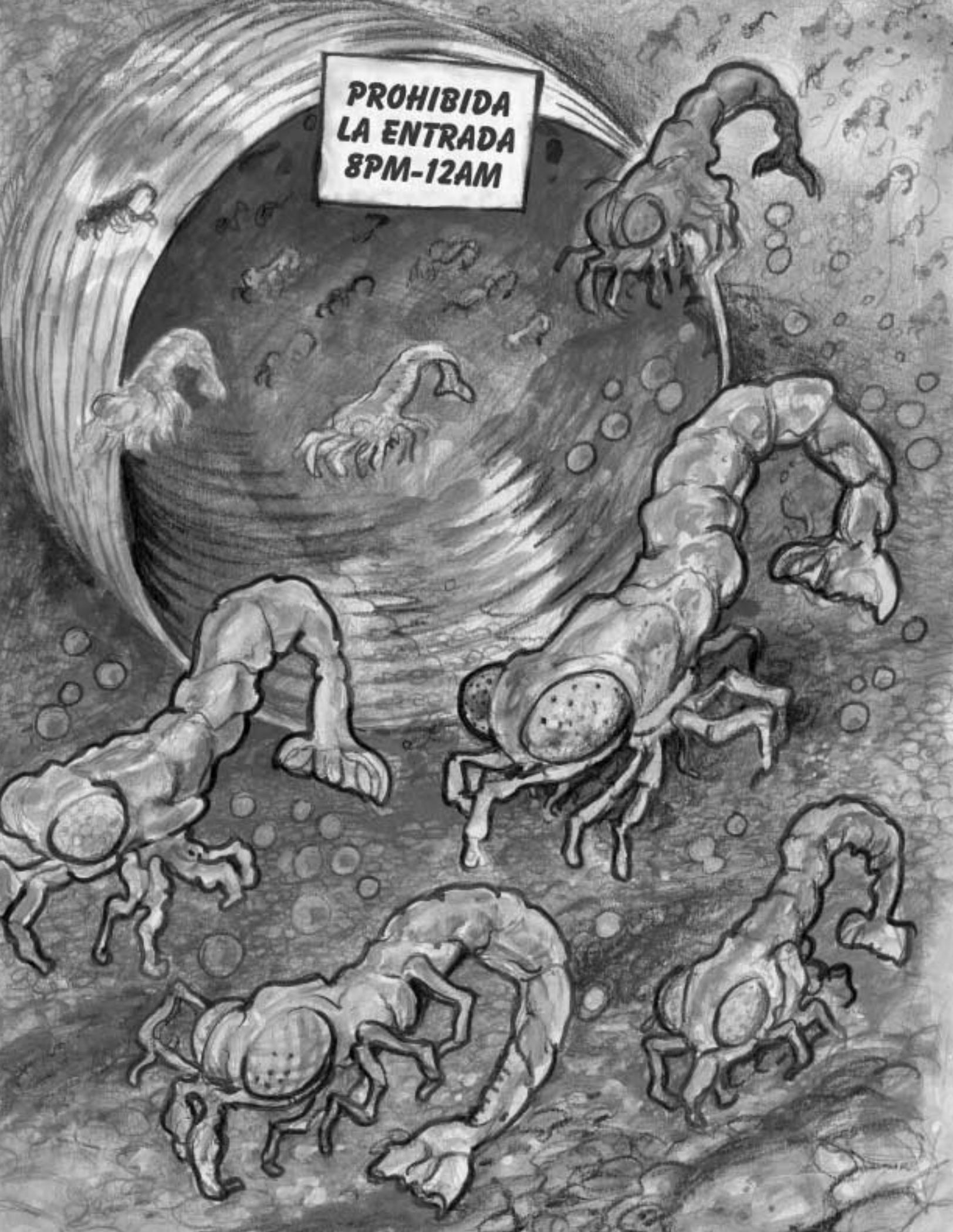


Figura 2. Localización del sol en relación al trópico.



Figura 3. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

**PROHIBIDA
LA ENTRADA
8PM-12AM**



Nadando contra la corriente:

Tubos y presas y los movimientos de los camarones de agua dulce

Conoce al Dr. Benstead:

Me gusta ser un científico porque me fascina la naturaleza y quiero ayudar a *conservarla* para el disfrute de futuras generaciones.



Dr. Benstead

Conoce al Dr. March:

Me gusta ser un científico porque me encanta aprender cómo funcionan los sistemas naturales.

Además, durante parte del año mi oficina es un arroyo ¡muy hermoso!



Dr. March

Conoce a la Dra. Pringle:

Me gusta ser científico porque me gusta trabajar al aire libre, en los arroyos, mojándome los pies. También me gusta hacer investigaciones que ayuden a conservar el medio ambiente.



Dra. Pringle

Conoce al Dr. Scatena:

Me gusta ser un científico porque me gusta el reto de entender cómo operan los sistemas naturales para poder manejarlos y cuidarlos para las generaciones futuras.



Dr. Scatena

Glosario:

- *conservar*: Evitar el desperdicio o el uso destructivo de algo.
- *especies*: Grupos de organismos con características físicas, comportamiento, procesos químicos y estructura genética similares.
- *migrar*: Trasladarse de un lugar a otro.
- *larva*: Estado de desarrollo anterior al estado adulto por el que pasan muchos insectos y algunos animales después de salir de su huevo.
- *tropical*: Del trópico. El trópico es la región del globo cercana a la línea ecuatorial.
- *madurez*: Estado final de desarrollo.
- *ecosistema*: Comunidad de especies animales y vegetales que se relacionan entre sí y con el ambiente inerte.
- *dependiente*: Que necesita de algo para desempeñar alguna función.
- *alga*: Plantas simples sin raíces, ni troncos, ni hojas, que por lo general crecen en el agua o sobre superficies húmedas.
- *población*: El número total de individuos del mismo tipo que ocupan un área.
- *ciclo de vida*: Estados de desarrollo de un organismo.
- *escalera para peces*: Una serie de pequeñas presas construidas en un arroyo o un río que funcionan como escalones que permiten que los animales naden corriente arriba.
- *simular*: Crear la apariencia o el efecto de algo con el propósito de evaluarlo.
- *analizar*: Separar las partes de algo para estudiarlo.



Pensando en la ciencia

Aunque los científicos a veces trabajan solos, generalmente hacen sus investigaciones con otros científicos. Incluso cuando viven en diferentes partes del país o del mundo, los científicos encuentran la manera de trabajar juntos. En este estudio, los investigadores de la Universidad de Georgia trabajaron con un científico del Servicio Forestal en Puerto Rico para estudiar una especie de camarón. En tu salón de clase, a veces trabajas con algunos de tus compañeros. Cuando lo haces, eres como un científico que trabaja con otros científicos. ¿Se te ocurren dos razones por las cuales es bueno trabajar con otros compañeros cuando estás aprendiendo algo nuevo?



Pensando en el medio ambiente

Muchas especies de animales pasan parte de su vida en un lugar y otra parte de su vida en otro. Cuando esto pasa, se dice que el animal es migratorio. Estos animales generalmente *migran* a un lugar más favorable para su reproducción. Cuando se habla de animales migratorios, la gente generalmente piensa en las aves. El animal o especie migratoria de este estudio es el camarón de agua dulce. En su estado de *larva*, el camarón viaja desde los arroyos en las altas montañas *tropicales* hacia los humedales cerca de la costa. Allí crecen más allá del estado de larva. Cuando alcanzan su *madurez* y están listos para reproducirse, los camarones jóvenes vuelven a nadar corriente arriba al lugar donde nacieron. Cuando estos camarones jóvenes encuentran barreras en el camino, tales como las rocas, se arrastran

sobre ellas para continuar su viaje contra la corriente. Al llegar a lo alto del arroyo, en la montaña, se convierten en adultos y se reproducen. Luego, las larvas viajan corriente abajo, y el ciclo vuelve a empezar.

Introducción

Los arroyos tropicales proporcionan muchos beneficios a la gente y a los animales. Al camarón de agua dulce, que pasa parte de su vida viviendo en este ambiente, los arroyos tropicales le brindan un lugar para reproducirse. Al mismo tiempo, el camarón de agua dulce es importante para la vida de los arroyos, ya que puede comerse las *algas* y ayudar a descomponer la materia (tal como las hojas secas) en pequeñas partículas. Cuando nadan y se arrastran en los arroyos, los camarones revuelven el agua. Esto permite que la corriente del arroyo se lleve la tierra y otras partículas que de otra forma se asentarían en el fondo del arroyo.

Pensando en la ecología



En un área determinada, los individuos de una especie viven en estrecha relación con otros organismos vivos y con elementos inertes del ambiente. Esta relación determina cuántos individuos van a existir, la velocidad de su crecimiento y la cantidad de individuos de diferentes edades que existirán en cierto momento. Las comunidades de organismos vivos y el ambiente inerte que los rodea constituyen lo que

llamamos *ecosistema*. Los seres humanos con frecuencia alteran el medio ambiente inerte. Esta alteración puede afectar a algunas de las especies en ese ecosistema, como por ejemplo, puede alterar el número de la población, el ritmo de crecimiento y la cantidad de individuos de diferentes edades que habrá. En esta investigación estudiamos una especie de camarón de agua dulce. El camarón de agua dulce *depende* tanto de los ríos de montaña como de los humedales de la costa para vivir y reproducirse. Los seres humanos han alterado el

ambiente del río al construir represas y colocando tubos que transportan el agua del río a otros lugares para el uso humano. Ya que todos los individuos están en estrecha relación con el ambiente, cualquier cambio en el ambiente puede causar un cambio en la vida del individuo o del grupo de individuos. Los investigadores quisieron saber de qué manera las represas y las tuberías afectaban al ciclo de vida del camarón de agua dulce, especie que necesita transportarse río abajo y río arriba para sobrevivir.



Figura 1. Represa en el Río Espíritu Santo en Puerto Rico.

Los arroyos tropicales también proporcionan a las personas, el agua dulce necesaria para beber, cocinar y lavar. Debido a que cada día hay más personas viviendo en las regiones tropicales, hay mayor necesidad de agua para el consumo humano en estas regiones. Para proporcionarle agua a las personas, con frecuencia se construyen pequeñas represas en los arroyos tropicales (ver figura 1). Ésto crea un pequeño estanque de agua en el arroyo. El agua es sacada del estanque por medio de tubos que transportan el agua hacia las ciudades donde la gente vive. Desafortunadamente, los tubos también se llevan muchas de las larvas de camarón fuera del arroyo. Esto significa que menos larvas son capaces de llegar a los humedales localizados corriente abajo. En cuanto a los camarones jóvenes que nadan corriente arriba, las represas a veces pueden bloquear su paso. Cuando esto sucede, los camarones no pueden reproducirse por no poder llegar al lugar apropiado para su reproducción. Es así como la población de camarón se reduce cada día más y más. Los investigadores de este estudio quisieron encontrar la manera de proteger la población de camarón y al mismo tiempo seguir proporcionando agua para la gente.



Sección de reflexión

- Si los científicos no encuentran una manera de proteger el camarón y al mismo tiempo seguir proporcionando agua para la gente, ¿qué crees que pasará con la población de camarón en el futuro?
- Si fueras el científico de esta investigación, ¿cómo estudiarías la población de camarones migratorios?

Método

Los científicos estudiaron el arroyo cerca de la represa del Río Espíritu Santo en el Bosque Nacional del Caribe en Puerto Rico (ver figura 2). Para saber cuántas larvas de camarón estaban siendo transportadas dentro

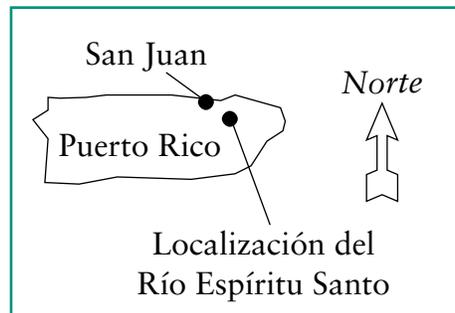


Figura 2. Localización del Río Espíritu Santo en Puerto Rico.

de la tubería, los científicos colocaron redes dentro del agua. Primero, colocaron redes en el agua corriente arriba y contaron el número total de larvas flotando corriente abajo. También pusieron una red frente a la tubería y contaron el número de larvas en la red. Con este método, supieron cuántas larvas hubieran fluído dentro de los tubos y cuántas hubieran pasado por encima de la represa. Para saber cuántos camarones jóvenes estaban nadando corriente arriba, los científicos pusieron una red dentro del agua debajo de la represa. Anotaron el número de camarones jóvenes debajo de la represa contando cuántos quedaron atrapados en la red. También observaron, contaron, y anotaron cuántos camarones jóvenes subieron por encima de la represa. Debido a que las larvas flotan corriente abajo durante la tarde y la noche, los científicos recolectaron su información en la tarde y en la noche. Recolectaron información cada tercer día, en un total de 24 noches.



Sección de reflexión

- En lugar de recoger información en tan sólo una noche, los científicos contaron el número de larvas de camarón en 24 noches. ¿Por qué crees es importante contar el número de larvas en más de una noche?
- ¿Cómo crees que los científicos supieron que las larvas de los camarones flotan corriente abajo durante la tarde y la noche en lugar de durante el día?

Flujo promedio de larvas de camarón en un día normal. Cada columna representa datos tomados cada hora empezando a las 5 de la tarde y terminando a las 7 de la mañana del día siguiente.

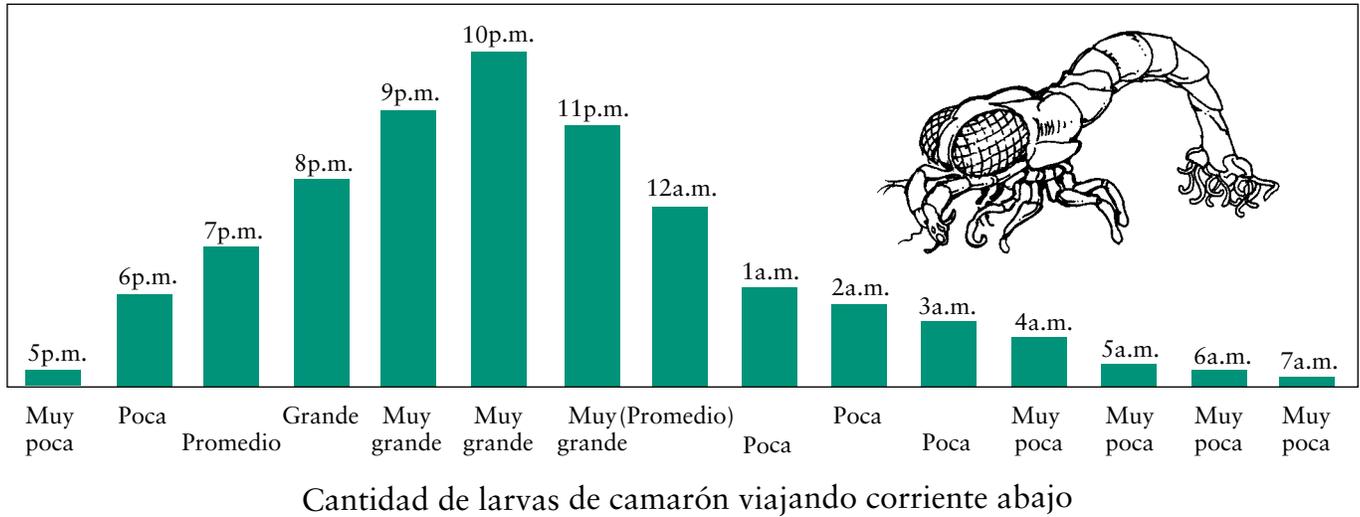


Figura 3. Cantidad promedio de larvas de camarón flotando corriente abajo a diferentes horas del día.

Resultados

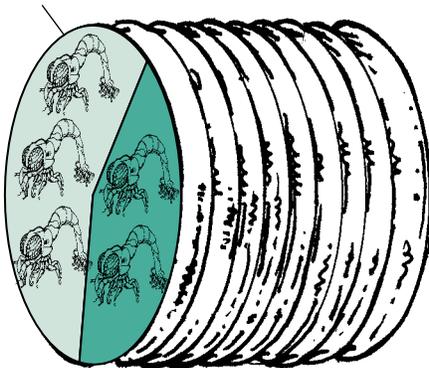
Los científicos descubrieron que la mayoría de las larvas de camarón flotan corriente abajo entre las 8 y las 12 de la noche (ver figura 3). El porcentaje promedio de larvas flotando dentro de los tubos fue de 42% del número total de larvas flotando corriente abajo (ver figura 4). Los científicos también descubrieron que la represa con frecuencia impedía que los camarones jóvenes pudieran nadar corriente arriba, y con frecuencia actuaba como un cuello de botella en la migración. Esto significa que muchos camarones jóvenes quedaron atrapados debajo de la represa esperando la oportunidad de arrastrarse por encima de la represa. Con tantos camarones jóvenes esperando, los peces que se alimentan de ellos pudieron comer más de lo normal.



Sección de reflexión

• ¿De qué forma la represa perturbó el ciclo de vida del camarón de

58% de las larvas de camarón nadaron corriente abajo



42% de las larvas de camarón flotaron hacia el tubo

Figura 4. Porcentaje promedio de larvas de camarón que flotaron dentro del tubo y porcentaje promedio que nadaron hacia los humedales.

agua dulce? ¿Qué otras cosas (animales, plantas o el mismo río) sufrieron un impacto como resultado de esto?

- ¿Cómo puede usarse la información de los científicos para ayudar a los camarones de agua dulce? ¿Cuál crees que fue la recomendación de los científicos?

Implicaciones

Los científicos recomendaron cerrar los tubos de recolección de agua cada noche entre las 8 y las 12 de la noche, o por lo menos durante algunas de las horas en que la mayoría de las larvas están flotando corriente abajo. De esta manera, la mayoría de las larvas podrían flotar corriente abajo hacia los humedales sin quedar atrapadas en la tubería, al mismo tiempo que la gente podría seguir usando el agua de los arroyos. Los científicos también recomendaron que se construyeran pequeñas escaleras o escalones para peces alrededor de las represas (ver figura 5). Con estos escalones, los camarones jóvenes podrían arrastrarse sobre las escaleras de peces para volver a llegar corriente arriba. Los científicos advirtieron que no seguir estas recomendaciones, era probable que la población del camarón de agua dulce siguiera declinando en los arroyos tropicales con represas.



Figura 5. Escalera para peces en el Río Espíritu Santo. La escalera para peces se ve en la esquina inferior derecha, debajo de las personas en la foto. Parece una rampa.



Sección de reflexión

- A pesar de que las sugerencias de los científicos podrían ayudar a proteger la

población de camarones y seguir proporcionándole agua a la gente, algunas personas pueden negarse a seguir las recomendaciones. ¿Se te ocurren algunas de las razones que podrían tener? (Pista: La construcción y el mantenimiento de cualquier cosa cuesta bastante dinero.

¿Quién pagaría el costo de las escaleras para peces?)

- ¿Crees que las sugerencias de los científicos son buenas para proteger los camarones de agua dulce y para proporcionar agua para el uso humano? ¿Por qué o por qué no?



Actividad de descubrimiento

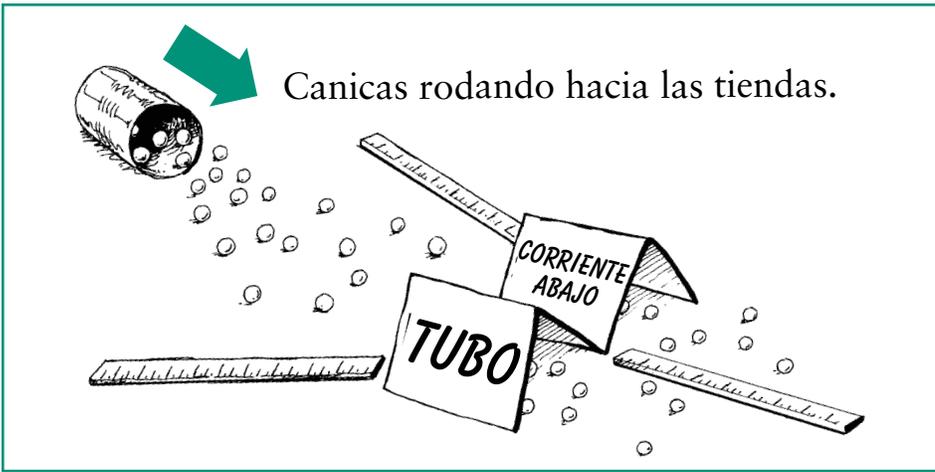
En esta actividad, vas a responder a la

pregunta: ¿Cuál es la diferencia entre tener el 50% de posibilidad de que algo suceda y tener más del 50% o menos del 50% de posibilidad? Vas a utilizar canicas para mostrar cómo algunos camarones de agua dulce quedan atrapados en la tubería mientras que otros camarones logran flotar corriente abajo. En el estudio que acabas de leer, cada camarón tenía un poco más del 40% de posibilidad de flotar dentro del tubo, y casi el 60% de posibilidad de flotar corriente abajo (lo que significa que si un camarón flotara corriente abajo 10 veces, caería dentro de la tubería cerca de 4 veces y escaparía corriente abajo cerca de 6 veces). Observa nuevamente la figura 4. Afortunadamente para los camarones, cada uno de ellos tenía más del 50% de posibilidad de flotar corriente abajo.

En esta actividad, cada camarón va a tener 50% de posibilidad de flotar dentro de la tubería, y 50 % de posibilidad de flotar corriente abajo. Cada estación que construyas va a *simular* un arroyo con tubería. Puedes hacer tres o cuatro esta-

ciones idénticas. En cada estación debe haber de 6 a 8 estudiantes, tres reglas largas o cintas de medición, una cartulina de 22x28 pulgadas, 100 canicas y una lata vacía de café. Corta la cartulina por la mitad y dobla cada pedazo por la mitad de tal manera que parezcan como tiendas o casetas de campaña. Escribe “corriente abajo” en una tienda, y “tubo” en la otra. Coloca las tiendas una al lado de la otra, y coloca una regla o cinta de medición a cada lado de las tiendas. Coloca la tercera regla entre las tiendas, en la parte de atrás. (Véase el diagrama).

Tres estudiantes deben colocarse detrás de las tiendas. Un estudiante deberá recoger y contar las canicas que pasan por una de las tiendas y el otro las que pasan por la otra tienda. El tercer estudiante deberá anotar el número de canicas que pasan por cada tienda. Puedes usar el cuadro de abajo como ejemplo para anotar tus observaciones. Coloca las 100 canicas (que simulan 100 camarones) dentro de la lata de café. Otro estudiante, parado a 6 pies (2 metros) de las tiendas, cuidadosamente dejará rodar las canicas fuera de la lata de café, en dirección de las tiendas. El estudiante deberá apuntar hacia el centro de la estación. No las dejes caer con demasiada fuerza: recuerda, ¡son camarones flotando corriente abajo! Los estudiantes detrás de las tiendas deberán recoger y anotar el número de camarones flotando “corriente abajo” y el número flotando entre el “tubo”. Los camarones que flotaron dentro del tubo morirán. Los camarones que



flotaron corriente abajo deberán ser llevados de nuevo corriente arriba para hacerlos rodar hacia las tiendas una vez más. Cada vez que vuelvas a dejar rodar las canicas, las canicas van a representar las crías de los camarones que lograron regresar corriente arriba para reproducirse. Sigue haciendo rodar las canicas hasta que todos los camarones hayan

muerto (caído dentro del “tubo”). Ahora que has hecho y anotado tus observaciones, deberás *analizarlas*. Calcula el porcentaje de camarones que cayeron dentro del tubo cada vez. ¿Cuántas veces tuviste que hacer rodar las canicas para que todos los camarones cayeran dentro del tubo? Ahora, para calcular el porcentaje promedio

de camarones que cayeron dentro del tubo, suma los números de la segunda columna y divídelos por el número de veces que hiciste rodar las canicas. El resultado es el número del porcentaje promedio total de camarones entrando al tubo. Compara este porcentaje con el porcentaje que los científicos encontraron en su estudio (42 por ciento). ¿Cuál es la diferencia entre tu experimento y el flujo del río? Si hiciste rodar las canicas hacia el centro de la estación, tu porcentaje promedio total debió haber sido cerca de 50%. ¿Así fue? Si no fue así, ¿qué crees que hizo que tu porcentaje fuera distinto? ¿Por qué crees que cada camarón en el Río Espíritu Santo tiene más de 50 por ciento de posibilidad de no caer dentro del tubo?

Ejemplo de cuadro para anotar observaciones. Comienza con 100 canicas

	# dentro del tubo	% dentro del tubo	# flotando corriente abajo	% flotando corriente abajo
1ra. vez	32 (por ejemplo)	32 o .32	68	68 o .68
2da. vez	Comienza con 68 canicas – Anota el #	# dentro del tubo dividido entre 68	Resta de 68 el número de canicas que pasó por dentro del tubo	Divide entre 68 el número flotando corriente abajo
3ra. vez	Comienza con el número flotando corriente abajo			
4ta. vez				
5ta. vez				
6ta. vez				
7ma. vez				
8va. vez				
9na. vez				
10ma. vez				

Tomado de: Benstead, Jonathan P., March, James G., Pringle, Catherine M. y Scatena, Frederick N. (1999). Effects of a low-head dam and water abstraction on migratory tropical stream biota. *Ecological Applications*, 9(2): 656-668.

Hojeando:

El transporte de nutrientes entre los árboles y la tierra



Conoce a la Dra. Cuevas:

Me gusta ser una científica porque me permite descubrir cosas nuevas acerca del medio ambiente.



Dra. Cuevas

Conoce al Dr. Lugo:

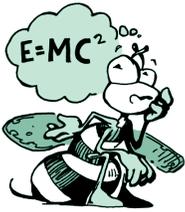
Me gusta ser un científico porque me pone en contacto con gente que, como yo, está fascinada con la *complejidad* de la naturaleza y con la oportunidad de entenderla. Luego podemos poner esa información a trabajar en beneficio de la gente.



Dr. Lugo

Glosario:

- *complejidad*: Forma de ser complicado o de tener muchas partes que se relacionan entre sí.
- *cualidad*: Cualquiera de las características que hacen que una cosa sea lo que es.
- *cuantificar*: Contar o medir; considerar la cantidad de algo.
- *nutriente*: Cualquiera de las sustancias que se encuentran en la comida y que son necesarias para la vida y el crecimiento de las plantas y los animales.
- *organismo*: Cualquier cosa viviente.
- *descomponedor*: Organismos que digieren partes de organismos muertos y desechos de organismos vivos.
- *analizar*: Estudiar o examinar cuidadosamente.
- *especies*: Grupos de organismos similares en apariencia, comportamiento, procesos químicos y estructuras genéticas.
- *biomasa*: Todas las cosas vivas en un área dada.
- *externo*: En la parte de afuera.
- *administrador(a)*: Persona calificada para manejar o dirigir algo.
- *orgánico*: Que está en relación o procede de algún organismo vivo.



Pensando en la ciencia

Los científicos utilizan varias maneras para determinar las características de las cosas.

Generalmente, utilizan números para determinar la cantidad de las *cualidades* de algo. Sin embargo, en ocasiones los números no son la mejor manera de determinar algunas cualidades de las cosas. Por ejemplo, ¿cuál crees es la mejor manera de determinar cómo sabe la comida después de añadirle sal? Probándola y comentándolo a otras personas. Esta descripción estará basada en una comparación entre la manera como sabía la comida antes y después de añadirle sal. Esa es una forma de determinar la calidad de algo sin utilizar números. Podrías *cuantificar* la calidad del sabor pidiéndole a todas las personas de tu barrio que prueben la comida antes y después de añadirle sal. Después podrías contar el número de personas que dijeron que la comida sabía mejor después de añadirle sal. La calidad puede determinarse con o sin números. Generalmente, los cientí-

ficos usan números porque sus investigaciones están menos sujetas a las preferencias y a las opiniones personales, como cuando miden la altura o el peso de algo. En este estudio, los científicos querían saber la calidad de las hojas que se caían de los árboles. La calidad iba a determinarse de acuerdo a la cantidad de *nutrientes* y la energía alimenticia presente en las hojas que caen de los árboles. ¿Crees que los científicos utilizaron números para determinar la calidad en este caso? ¿Por qué o por qué no?



Pensando en el medio ambiente

Las cadenas alimentarias describen el flujo de energía que

pasa de un *organismo* a otro. Hay un flujo de energía cuando un organismo digiere otro organismo. Cuando esto sucede, una parte de la energía se queda en el medio ambiente. La cadena alimentaria comienza con las plantas verdes. Las plantas verdes son las únicas que convierten la luz que reciben del sol en alimento. Este proceso se conoce como fotosíntesis. Las plan-

tas verdes de los bosques son consumidas por animales tales como los insectos y el ganado, pero la mayoría de ellas son consumidas por organismos *descomponedores* como alimento vegetal muerto. Algunos de estos organismos descomponedores lo son las bacterias, los hongos y algunos animales pequeños tales como las lombrices. Los descomponedores transportan nutrientes del material vegetal hacia el suelo. Una vez en el suelo, las plantas pueden usar los nutrientes para su regeneración y crecimiento. Los científicos de este estudio querían saber si algunas clases de hojas muertas tienen más nutrientes que otras. Si esto fuera así, esas hojas proporcionarían mayor cantidad de nutrientes al suelo, aumentando de esta manera la cantidad disponible de nutrientes para las plantas.

Introducción

Actualmente hay más gente viviendo el Caribe (ver figura 1) que en el pasado. Esto significa que la cantidad de energía necesaria es cada vez mayor, a pesar de que hay menos suelo disponible para ayudar a producir la energía que la gente necesita. Recuerda que los árboles son plantas y las plantas

Pensando en la ecología



¿Qué es energía?

La energía es la capacidad de hacer algo. La energía siempre se comporta de la misma manera. El comportamiento de la energía se rige por las llamadas leyes de la energía. La energía puede tomar varias formas y puede transferirse de una forma a otra.

Cuando la energía se transfiere, su cantidad disminuye, lo que significa que la energía que queda disponible para hacer algo es menor. El resto de la energía se dispersa, generalmente en forma de calor. Por lo general, la energía en forma de calor se pierde en el ambiente. Esto significa que cada vez que usamos energía terminamos con menos energía. Todas las cosas

vivas necesitan una fuente continua de energía de buena calidad para sobrevivir. Al usar esta energía, se añade calor de baja calidad y otras formas de desechos al medio ambiente. Todas las cosas del planeta están sujetas a las leyes de la energía, incluyendo a los seres humanos. Son leyes que nadie puede quebrantar.

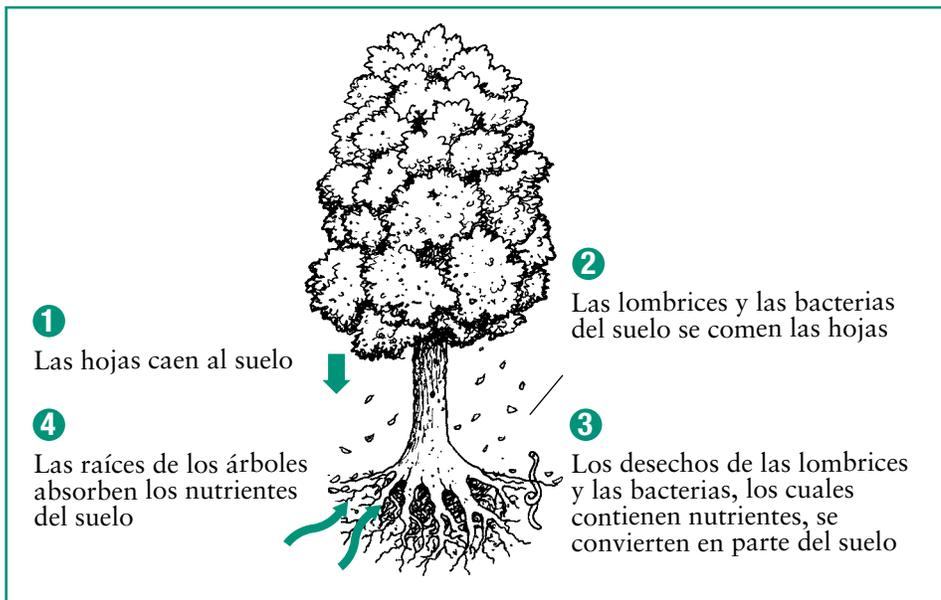


Figura 1. El ciclo de los nutrientes en los árboles

son las que convierten en energía la luz que reciben del sol. Los árboles proporcionan energía de varias formas. Una de éstas es en forma de productos alimenticios y productos madereros, incluyendo caucho, frutas y nueces, leña y madera. Los árboles también producen oxígeno, devuelven nutrientes al suelo (ver figura 2) y ayudan a mantener bajas la temperatura de un lugar. Si hay menos suelo disponible para los árboles, muchos de estos beneficios podrían reducirse.

Los científicos saben que diferentes árboles pueden ofrecer diferentes cantidades de nutrientes al suelo. Los investigadores de este estudio querían saber cuántos nutrientes ofrecen las diferentes clases de árboles al suelo. Si descubrieran que algunos tipos de árboles proporcionan más nutrientes que otros, esos tipos de árboles podrían plantarse en lugar de los árboles que proporcionan menos nutrientes al suelo.



Figura 2. El Caribe



Sección de reflexión

- ¿Cuál es uno de los problemas que los científicos estaban tratando de resolver?
- ¿Crees que es bueno plantar aquellos árboles que le proporcionan más nutrientes al suelo?

Método

Los árboles le proporcionan nutrientes al suelo de muchas maneras. Una de las principales maneras es dejando caer sus hojas. Cuando las hojas caen al suelo, hay bacterias, hongos y algunos animales tales como las lombrices que digieren las hojas, transportando los nutrientes de las hojas a la tierra. Los investigadores decidieron recoger hojas caídas y *analizar* el contenido de nutrientes. Seleccionaron árboles que habían sido plantados de 23 a 26 años atrás en el Bosque Experimental de Luquillo, en Puerto Rico (ver figura 3). Puerto Rico es una isla del Caribe (ver figura 1).

Los investigadores decidieron estudiar 10 especies de árboles que generalmente se plantan para producir productos madereros tales como la leña, los bates de béisbol y el papel. Los científicos seleccionaron al azar seis árboles de cada *especie* para ser estudiados, lo que significa que la selección de árboles fue hecha al azar, como se selecciona el número ganador en una rifa o

en la lotería. Para cada especie de árbol estudiado, los científicos colgaron una canasta en los árboles seleccionados (ver figura 4). Algunas de las hojas que perdían los árboles caían en las canastas. Cada dos semanas, las hojas eran recolectadas, pesadas y sometidas a un análisis químico para determinar la cantidad de nutrientes contenidos en las hojas que caían de cada árbol. Recolectaron las hojas 29 veces en total, durante un período de 58 semanas. ¿Cuántas canastas de hojas examinaron los científicos en total? (Multiplica 10 especies de árboles por 6 canastas por 29 recolecciones). Los científicos pesaron las hojas cada vez para determinar la cantidad de *biomasa*. Analizaron el contenido de los siguientes nutrientes en las hojas: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg). La cantidad de los nutrientes medidos en las hojas ayudó a los científicos a determinar su calidad.



Figura 3. Bosque Experimental de Luquillo.



Sección de reflexión

- Después de que las hojas de los árboles caen sobre el suelo, los organismos descomponedores, tales como bacterias, hongos y algunos animales (como las lombrices) ayudan a transportar los nutrientes de las hojas a la tierra. ¿Crees que el suelo recibe la misma cantidad de energía que había en

las hojas? ¿Por qué o por qué no? (Pista: Piensa en las leyes de la energía).

- Los investigadores recolectaron hojas durante un poco más de un año. ¿Por qué crees que estaban interesados en recolectar hojas durante las diferentes estaciones?

Resultados

Los investigadores encontraron una diferencia tanto en la cantidad de hojas como en la calidad de los nutrientes en las 10 especies de árboles. También encontraron una relación entre el número de hojas caídas y la calidad de los nutrientes. Por ejemplo, si el contenido de nutrientes en cada hoja era bajo, generalmente había una gran cantidad de biomasa, es decir, una gran cantidad de hojas caídas. Si la calidad de los nutrientes de la hoja era alta, eran pocas las hojas que se caían de ese árbol. Esto significa que la cantidad total de nutrientes disponibles para los organismos descomponedores de la tierra era más o menos la misma en todas las especies de árboles (ver figura 5).

Los investigadores también encontraron que algunos árboles tomaban nutrientes de las hojas antes de que éstas se desprendieran de sus ramas. Dichos árboles se quedaron con la mayoría de los nutrientes en lugar de ofrecérselos al suelo al dejar caer sus hojas. Los investigadores concluyeron que hay tres grupos de árboles. El primer grupo conserva los nutrientes en el árbol. Los árboles del segundo grupo llevan a cabo un ciclo de nutrientes *externo*, es decir, los

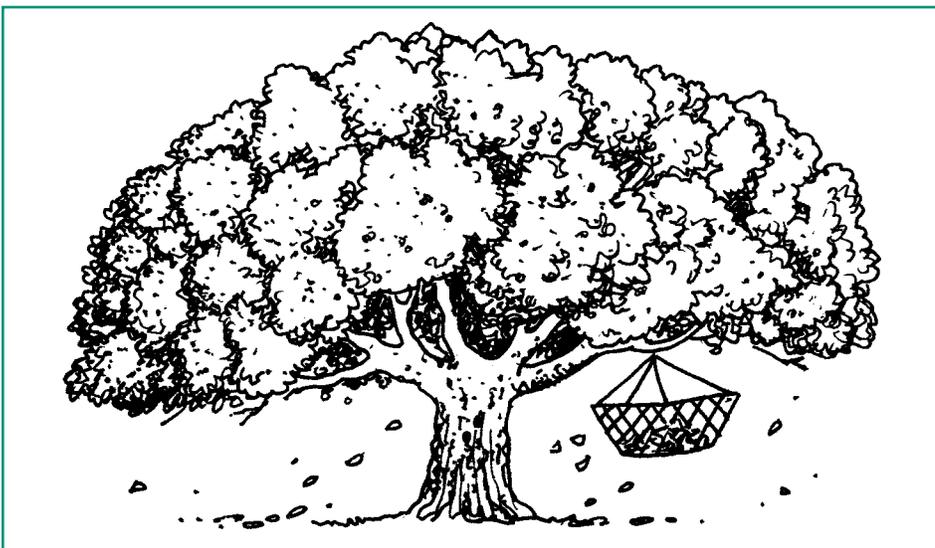


Figura 4. Canastas de metal fueron usadas para recolectar las hojas que caían de los árboles.

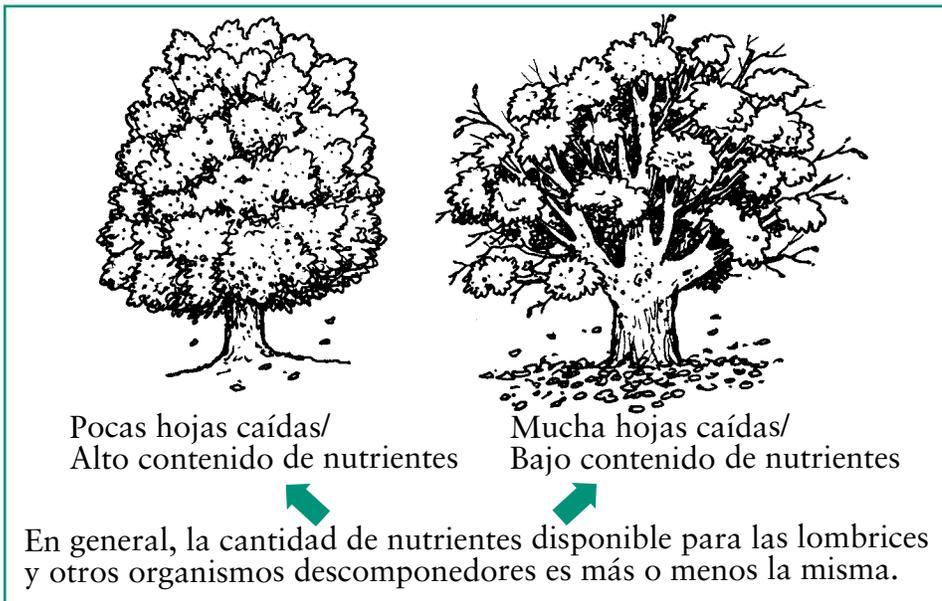


Figura 5. En general, la cantidad de nutrientes en las hojas desprendidas de los árboles era la misma.

nutrientes caen al suelo en las hojas, las cuales se descomponen en el suelo y los nutrientes quedan disponibles para el uso de los árboles y otras plantas. El tercer grupo utiliza ciclos de nutrientes tanto internos como externos.



Sección de reflexión

- Piensa en todos los animales y las plantas del bosque. ¿Cuál crees que

es la ventaja de los ciclos externos de nutrientes para las demás plantas y animales?

- ¿De qué formas la energía se pierde o se dispersa durante el ciclo externo de nutrientes?

Implicaciones

No todos los árboles son iguales desde el punto de vista de sus ciclos de nutrientes. Si los administradores de los bosques quieren aumentar el contenido de materia orgánica del suelo deben plantar árboles que dejen

caer bastantes hojas. Si quieren aumentar el contenido de nutrientes del suelo rápidamente deben plantar árboles cuyas hojas caídas tengan nutrientes de alta calidad. Conociendo la calidad de los nutrientes de las hojas caídas, los administradores de los bosques pueden ayudar a la naturaleza a reciclar los nutrientes de los árboles al suelo y de vuelta a los árboles otra vez.



Figura 6. Mucha gente utiliza depósitos de abono para reciclar y volver a usar las sobras de comida (con excepción de las carnes), las hojas caídas y el pasto cortado.



Sección de reflexión

- Durante el otoño, mucha gente remueve las hojas caídas de sus jardines.

¿Qué pasa con el ciclo de nutrientes cuando la gente remueve las hojas caídas del suelo? ¿De qué manera algunas personas compensan la pérdida de nutrientes disponible para el crecimiento de las plantas? (Pista: ¿Qué hacen algunas personas para estimular el crecimiento de los árboles y las plantas durante la primavera?).

- Cuando la gente construye depósitos de abono vegetal, designa un área especial para permitir que las hojas y otros desechos orgánicos se descompongan (ver figura 6). ¿Qué clase de organismos hacen que la materia orgánica se descomponga en un depósito de abono vegetal? ¿En qué se parecen un depósito de abono y la tierra de los bosques? ¿En qué se diferencian?



Actividad

En esta actividad, explorarás las bacterias que viven en el suelo cerca de tu casa o escuela. La pregunta que vas a responder es: ¿Qué clase de bacterias viven en diferentes tipos de tierra? Sé paciente, pues esta actividad te va a tomar de 3 a 4 semanas. Las bacterias necesitan tiempo para crecer. Vas a necesitar:

- 4 botellas de dos litros de plástico transparente (pueden ser botellas de agua o de refresco, sin etiqueta)
- Suficiente plástico grueso y transparente para cubrir las botellas
- Cuatro bandas de caucho o gomitas
- Marcador
- Cinta adhesiva
- Cubeta o balde de dos galones
- Una medidor de volúmenes de una taza
- Una cuchara
- Utensilio para revolver
- Cuatro cubetas (o baldes) de agua pequeñas, una de cada sitio de donde recogiste las muestras de tierra (usa agua destilada si la tierra recogida estaba en un lugar seco).
- 4 páginas de periódico
- 1 taza de tiza pulverizada (puedes aplastar varias tizas hasta hacerlas polvo o comprar tiza pulverizada en una ferretería)
- Lávate las manos antes de empezar. Si tienes alguna herida en las manos, ponte guantes plásticos para trabajar con la tierra. Tu clase debe dividirse en 4 grupos. Cada grupo va a preparar uno de los experimentos. Asegúrense

de que cada grupo trabaje con la cubeta de tierra y la cubeta de agua recogidos en el mismo lugar. Con la cinta adhesiva y un marcador, marca cada cubeta de tierra o lodo y agua con el lugar de recolección.

Para cada experimento:

Corta la parte de arriba de la botella de plástico. Esta parte superior de la botella será utilizada como embudo, y en la parte inferior se realizará el experimento. Rasga la hoja de papel periódico en tiritas delgadas y colócalas aparte. En la cubeta de dos galones, añade 5 o 6 tazas de tierra o lodo. Saca todos los palos, hojas y piedritas. Lentamente, mientras revuelves, añade agua (del mismo lugar de recolección) hasta que la mezcla quede de una consistencia parecida a la de una crema espesa. Añade el papel rasgado y una cucharada de tiza pulverizada. Mezcla lentamente y asegúrate de que la mezcla esté lo suficientemente líquida para que pueda pasar por el embudo. Marca la botella plástica con el lugar de recolección. Después, usando el embudo, vierte aproximadamente 1 centímetro (o media pulgada) de la mezcla en la botella plástica. Cubriendo la parte superior de la botella plástica con la mano, golpea suavemente la botella sobre una superficie plana para permitir que la mezcla se distribuya de manera uniforme. Continúa este proceso hasta llenar la botella hasta 4 centímetros (o 2 pulgadas) del borde. Cubre la parte superior de la botella con el plástico transparente y asegúralo en su lugar con la banda de caucho.

Coloca la botella en un lugar bien iluminado pero en donde no le llegue la luz directa del sol. Consévala lejos del calor, a temperatura ambiente.

Durante 3 o 4 semanas, observa la botella diariamente. Observa si ocurre algún cambio de color en la mezcla. Anota tus observaciones, usando el siguiente cuadro como ejemplo. Al final de cada semana, puedes hacer un dibujo de cada botella con lápices de colores.

Debes poder notar diferentes colores en las botellas. ¿Qué colores ves y dónde están localizados en la botella? ¿Qué crees que causa los distintos tonos?

- Rojo y naranja son bacterias púrpuras fotosintéticas
- Verde en la superficie son cianobacterias y algas
- Verde oliva en el medio o en la parte inferior son bacterias verdes azufradas
- Manchas negras es sulfuro de hierro, un compuesto químico formado por bacterias

Para aprender más sobre estas clases de bacterias, visita la página de Internet: <http://www.ucmp.berkeley.edu/bacteria/bacteriasy.html>

Esta Actividad es una adaptación de la actividad "Biosfera en una botella", desarrollada por la Asociación Nacional de Maestros de Biología. Más actividades divertidas relacionadas con las bacterias en: <http://www.microbe.org>

Tomado de: Cuevas, E. y Lugo, A.E. (1998). "Dynamics of organic matter and nutrient return from litterfall in stands of ten tropical tree plantation species". *Forest Ecology and Management*, 112: 263-279.

Para aprender más sobre el ciclo de nutrientes, visita la página de Internet: <http://www.swifty.com/apase/charlotte/soil7.html>



¡Cómo crecen!

Midiendo árboles en la cuenca de Bahía Canela

Conoce al Dr. Weaver:

Me gusta ser científico porque hago un poquito de todo. Mis estudios me han permitido viajar, trabajar en lugares donde las culturas son diferentes a la mía, aprender nuevos idiomas y trabajar en muchos proyectos prácticos con personas de países en vía de desarrollo.



Dr. Weaver

Glosario:

- *cuenca hidrográfica*: Porción de tierra con arroyos pequeños que desembocan en un arroyo más grande.
- *representar*: Ser un ejemplo de algo.
- *diversidad*: Cualidad de ser diferente y variado.
- *desarrollo sostenido*: Cualidad de sobrevivir o mantenerse por cierto período de tiempo.
- *conservación*: Cuidado y protección de los recursos naturales, tales como los bosques y el agua.
- *nivel del mar*: El nivel de la superficie del mar.
- *elevación*: Altura sobre el nivel del mar.
- *topografía*: Las características de la superficie de una región, tales como ríos, colinas y valles.
- *diámetro*: Distancia igual a la línea que pasa por el centro y va de un punto a otro de la circunferencia de un círculo, cilindro o esfera.
- *especies*: Grupos de organismos que comparten características de aspecto físico, comportamiento, procesos químicos y estructura genética.



Pensando en la ciencia

Al estudiar el ambiente natural, algunas veces los científicos tienen que esperar muchos años para descubrir cosas nuevas. El científico de este estudio quería aprender acerca de los cambios de los árboles en la *cuenca hidrográfica* de Bahía Canela, en St. John, del Parque Nacional de las Islas Vírgenes (ver figura 1). Quería saber qué especies de árboles nuevos estaban creciendo y qué especies de árboles estaban muriendo. También quería saber qué tan rápido estaban creciendo los árboles. Para entender el medio ambiente es necesario poder describirlo. Generalmente, la mejor manera de describir un ambiente es observarlo y anotar las observaciones. Cuando sabemos cómo era un lugar en específico en un año, se puede comparar con otros años para saber cuánto ha cambiado.



Pensando en el medio ambiente

El Parque Nacional de las Islas Vírgenes está localizado en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos (ver figura 1). En 1976, el Comité para la Educación Científica y Cultural de la Organización de las Naciones Unidas le otorgó el título de Reserva Internacional de la Biosfera al parque. (La Organización de las Naciones Unidas (ONU) es una organización internacional que trabaja por la paz y la seguridad en el



Figura 1. Localización de las Islas Vírgenes en el Caribe.

mundo). Este reconocimiento se otorga a ciertas áreas naturales alrededor del mundo por *representar* la *diversidad* natural del planeta. Las reservas internacionales de la biosfera deben ser manejadas adecuadamente para que se conserven saludables para el futuro, ésto significa mantener el área *en desarrollo sostenido*. Para mantener el desarrollo sostenido de una reserva, los administradores deben tener en

cuenta la *conservación* de los recursos, la investigación y la educación. También tienen que considerar si deben o no construir estructuras para el uso de los seres humanos y la manera en que dichas estructuras deberán ser construidas. Es necesario considerar todos estos elementos para mantener el área saludable y para garantizar su existencia en el futuro.

Pensando en la ecología



Todos los organismos vivos crecen y se desarrollan. Fíjate en cómo tú y tus amigos, como seres vivos, también crecen y se desarrollan. Una vez hayas dejado de crecer físicamente, vas a seguir desarrollando otras cosas y cambiando en otras formas. Así mismo, cuando los sistemas tales como los bosques dejan de crecer, siguen desarrollándose de

otras maneras. El investigador de este estudio quería saber la manera como los árboles crecían y se desarrollaban en una cuenca hidrográfica de las Islas Vírgenes. Al saber cómo crecían y se desarrollaban los árboles, el científico aprendería algo sobre la mezcla de árboles de la cuenca. Con esta información, los investigadores pueden ayudar a los administradores a tomar mejores decisiones para mantener el área saludable y garantizar su desarrollo sostenido.

Introducción

En 1718, los colonizadores daneses habitaron el territorio de lo que son hoy las Islas Vírgenes de los Estados Unidos. Estos colonizadores cortaron la mayoría de los árboles y plantaron caña de azúcar. Hacia 1750, casi todos los árboles nativos habían sido talados. Al pasar el tiempo, nuevos árboles fueron plantados o comenzaron a crecer por sí mismos. En 1917, los Estados Unidos le compraron las Islas Vírgenes a Dinamarca. Para entonces, tan sólo alrededor del 10 por ciento de estas islas era usado para la agricultura y el resto era bosque. (¿Cuál era el porcentaje de bosque? Del 100 por ciento, resta 10 por ciento de tierra agrícola para obtener la respuesta). En 1956, los Estados Unidos declaró a una de estas islas como parque nacional. La ONU declaró este parque nacional como Reserva Internacional de la Biosfera en 1976. Para ayudar a mantener el parque como Reserva de la Biosfera, el Servicio Nacional de Parques (National Park Service) quiso averiguar qué tan rápido estaban creciendo los árboles. Para lograrlo, invitaron al Servicio Forestal a llevar a cabo un estudio de los árboles en la cuenca de Bahía Canela (Cinnamon Bay), una de las áreas de la Reserva de Biosfera (ver figuras 2 y 3).



Sección de reflexión

- Si tú fueras el científico a cargo de este estudio, ¿cómo estudiarías qué tan bien están creciendo los

árboles en la cuenca de Bahía Canela?

- ¿Cuál crees haya sido la razón por la cual la Organización de Naciones Unidas quiere que existan áreas cuyo mantenimiento y desarrollo sea de forma sostenida?



Figuras 2 y 3. Cuenca de Bahía Canela, en el Parque Nacional de las Islas Vírgenes de los Estados Unidos.

Método

La cuenca de Bahía Canela cubre un territorio de 1,32 km² (¿Cuántas millas cuadradas serán? Multiplica 1,32 por 0,621), y alcanza una *elevación* de 330 metros sobre el *nivel del mar* (¿Cuántos pies serán? Multiplica 330 por 3,28). Debido a que el investigador no podía estudiar toda el área por sí mismo, decidió seleccionar 16 áreas pequeñas dentro de la cuenca para estudiarlas. Debido a que quería que las áreas seleccionadas representaran toda la cuenca, el investigador seleccionó áreas de diferentes eleva-

ciones y con diferente *topografía* (ver figura 4).

¿Cuántas áreas han sido identificadas en la figura 4? Compara este número con el número de áreas estudiadas. ¿Notaste que en la figura 4 falta un área del total de las áreas identificadas por el científico del estudio? El investigador localizó la dieciseisava área cerca del punto más alto de la cuenca, a 275 metros de altura. (¿A cuántos pies equivale esa altura?).

Después, el científico midió la altura y el *diámetro* de casi todos los árboles en las 16 áreas. Cuando los científicos miden el

Elevación	60 metros (¿Cuántos pies?)	120 metros (¿Cuántos pies?)	180 metros (¿Cuántos pies?)	210 metros (¿Cuántos pies?)	240 metros (¿Cuántos pies?)
Topografía	Multiplica 60 por 3,28)				
Tope de la montaña	10 X 50 metros (¿Cuántos pies?)	10 X 50 metros Por ejemplo: Esta área es un pico de montaña a una elevación de 120 metros	10 X 50 metros	10 X 50 metros	10 X 50 metros
Pendiente	10 X 50 metros	10 X 50 metros	10 X 50 metros	10 X 50 metros	10 X 50 metros
Valle	10 X 50 metros	10 X 50 metros	10 X 50 metros	10 X 50 metros	10 X 50 metros

Figura 4. Áreas estudiadas en la cuenca hidrográfica de Bahía Canela.

diámetro de un árbol, siempre lo hacen a la altura de 1,37 m. (0 4,5 pies) sobre la superficie del suelo. Dicha medida se conoce como ‘diámetro a la altura del pecho’, o d.b.h., por sus iniciales en inglés (ver figura 5). Si la medida del diámetro a la altura del pecho resultaba ser menor que 4,1 centímetros (o 1,61 pulgadas), el investigador no la incluía dentro de su estudio. El tipo de cada árbol medido era identificado y anotado. El investigador dejó que los árboles crecieran durante 5 años. Cuando regresó 5 años más tarde, contó todos los árboles nuevos, los árboles que habían muerto y midió el crecimiento de los árboles vivos.



Sección de reflexión

- ¿Por qué crees que el científico estudió áreas a diferentes elevaciones?



Figura 5. Asistente de investigación tomando la medida del ‘diámetro a la altura del pecho’ en la cuenca hidrográfica de Bahía Canela.

- ¿Por qué crees que los científicos siempre miden el diámetro de los árboles ‘a la altura del

pecho’? (Pista: ¿Qué pasaría si un científico midiera el diámetro de un árbol a 3 metros de altura y otro científico lo midiera a 4 metros de altura? ¿Serían sus resultados los mismos?)

- ¿Cuáles eran las tres clases de información que tenía el investigador después de hacer las mediciones 5 años más tarde?

Resultados

Después de 5 años, el investigador encontró 206 árboles nuevos en las 16 áreas. También encontró que 161 árboles habían muerto. En general, ¿podrías decir que la cuenca está perdiendo o ganando árboles? ¿Por qué? Al medir el ‘diámetro a la altura del pecho’ se encontró que los árboles crecieron en un promedio de 0,07 centímetros por año. La mayoría de los árboles crecieron menos de 0,10 centímetros de altura por año. (¿Cuántas pulgadas es esto?

Multiplica 0.10 por 0.394). El investigador no encontró nuevas *especies* de árboles creciendo en las áreas de estudio.



Sección de reflexión

- Piensa en los árboles que crecen en el lugar donde vives.

Durante la primavera hay nuevo crecimiento, ramas y hojas que retoñan. Comparando con los árboles del lugar donde vives, crees que los árboles de la cuenca de Bahía Canela estaban creciendo a mayor o menor rapidez?

- A base de los resultados de esta investigación, crees que la diversidad de especies de árboles de la cuenca está aumentando? ¿Por qué o por qué no?

Implicaciones

Este estudio ayudará a los administradores de bosques de muchas formas. Primero, les dirá a los investigadores cuánto tiempo necesitará el bosque para regenerarse (volver a crecer) si es que, en el futuro, los árboles son talados o si un huracán destruye el bosque. Segundo, les dirá qué especies de árboles crecen en diferentes elevaciones en esta cuenca hidrográfica tropical. Esta información puede ser especialmente importante para los administradores de bosques en el caso que estos quieran plantar árboles en un área similar. Este estudio también ayudará a los administradores de bosques a identificar los árboles comunes y los menos comunes en las cuencas tropicales. Finalmente, les dirá a los administradores de bosques

qué árboles podrán crecer hasta ser maduros si no hay huracanes u otras perturbaciones en el bosque. Fíjate que al estudiar las condiciones actuales de un área natural los científicos pueden ayudar a los administradores de bosques a proteger el área para el futuro.



Sección de reflexión

- Recuerda que la cuenca hidrográfica de Bahía Canela es parte de la Reserva de la

Biosfera. Regresa a la sección “Pensando en el medio ambiente” y busca qué debe estar en equilibrio en una Reserva de la Biosfera. ¿Cuáles de esos cuatro elementos se reportan en este artículo?

- ¿Crees que el investigador debe regresar a la cuenca hidrográfica de Bahía Canela en 5 años más para hacer nuevas mediciones? ¿Por qué o por qué no?



Actividad

En esta actividad vas a responder a la pregunta: ¿Cuál es la relación entre la altura de los árboles y el ‘diámetro a la altura del pecho’? Es decir, cuando los árboles llegan a ser más altos, el ‘diámetro a la altura del pecho’ se hace más pequeño, más grande o sigue igual? Es probable que puedas contestar a esta pregunta a base de los conocimientos que ya has adquirido. ¿Cómo crees que es esta relación? Tu respuesta es será una hipótesis. Una hipótesis es una suposición que haces mientras tanto para luego probarla,

confirmarla o negarla, usando observaciones y anotaciones. En esta actividad necesitarás un metro de sastrería (cinta de medición de tela u otro material flexible).

El método que usarás para probar tu hipótesis es el siguiente: Ve a un área con árboles de diferentes alturas. Primero clasificarás los árboles en categorías de acuerdo a su altura. Ya que no podrás medir la altura de la mayoría de los árboles, en esta actividad clasificarás los árboles en categorías generales. Busca al menos tres árboles para cada una de estas categorías:

- Árboles pequeños (no son mucho más altos que los seres humanos)
- Árboles medianos (son más altos que los seres humanos pero no más altos que una casa o edificio de dos pisos)
- Árboles altos (son más altos que una casa o edificio de dos pisos)

Si no encuentras suficientes árboles en estas categorías cerca de tu escuela, puedes pedirles a tus compañeros de clase que hagan mediciones de árboles cerca de sus casas o en otros lugares. Entre más árboles midas para cada categoría, más información tendrás para contestar a la pregunta de esta actividad.

Para medir el ‘diámetro a la altura del pecho’ de cada árbol, coloca el metro flexible al nivel de la superficie de la tierra. Mide 1,37 m. (4,5 pies) de altura. Pídele a uno de tus compañeros que ponga un dedo en esa altura en el tronco del árbol. A esa altura, mide la circunferencia del árbol. La circunferencia es la distancia alrededor del tronco del árbol. Para cada medición que hagas,

deberás calcular el diámetro de la circunferencia. Para hacerlo, multiplica la circunferencia por 0.3183. No importa qué tan grande sea la circunferencia, el diámetro siempre es 0.3183 multiplicado por el tamaño de la circunferencia. Anota todas tus mediciones. Puedes usar el cuadro de la derecha como ejemplo.

Después de que hayas anotado todas tus mediciones, tendrás que determinar si existe una relación entre la altura de los árboles y el ‘diámetro a la altura del pecho’.

Para determinar si hay una relación entre la altura de los árboles y el ‘diámetro a la altura del pecho’, has un histograma (gráfica estadística o gráfica de barros) con la información de tus anotaciones. Puedes usar el ejemplo de gráfica estadística a la derecha abajo para hacer tu propia gráfica.

Después de haber hecho tu gráfica de barros, puedes ver una pauta en el ‘diámetro a la altura del pecho’ de los árboles? ¿Cuál es la pauta? Una pauta es una relación entre dos o más cosas (como la altura y el ‘diámetro a la altura del pecho’ de los árboles) que se repite en cada ejemplo. Ahora que sabes esto, ¿cuál es la respuesta a la pregunta planteada al comienzo de esta actividad? ¿Tu hipótesis era correcta o incorrecta?

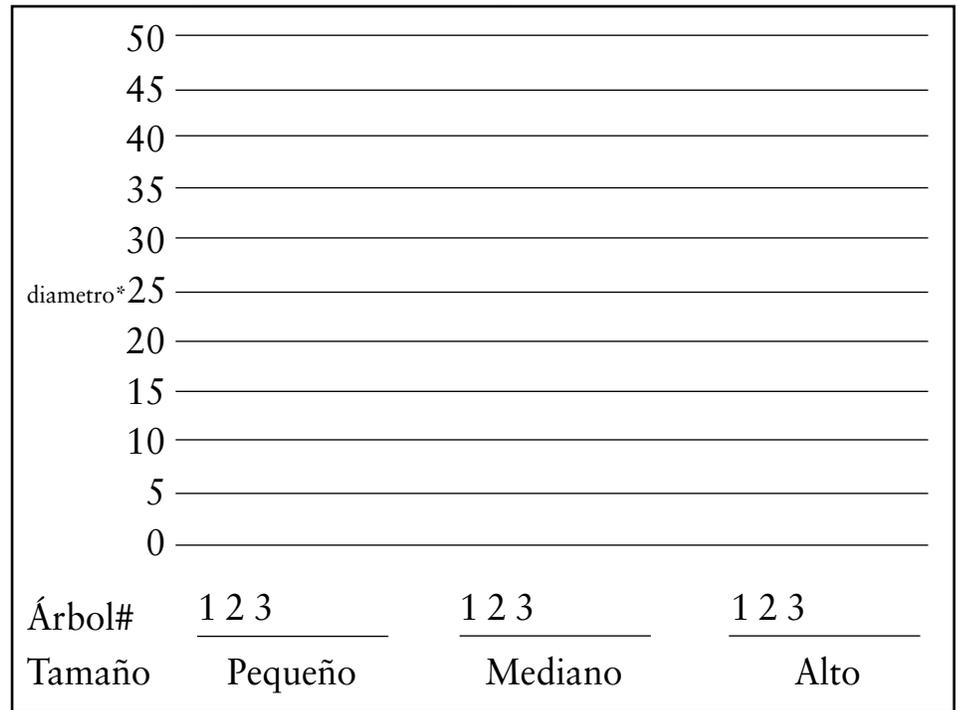
Tomado de: Weaver, P.L. (1990). “Tree diameter growth rates in Cinammon Bay watershed”, St. John, U.s. Virgin Islands. *Caribbean Journal of Science*, 26(1-2): 1-6.

Ejemplo de cuadro para anotar mediciones

	Árboles pequeños	Árboles medianos	Árboles altos
Arbol #1 – diámetro*			
Arbol #2 – diámetro*			
Arbol #3 – diámetro*			

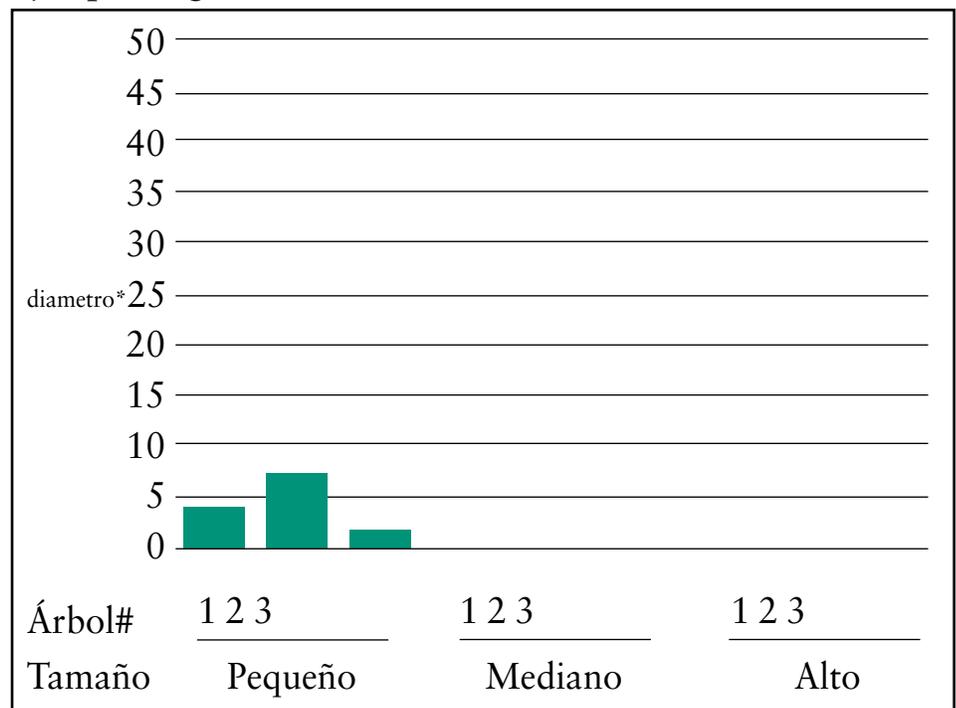
*‘diámetro a la altura del pecho’

Muestra de gráfica estadística o gráfica de barros



*‘diámetro a la altura del pecho’

Ejemplo de gráfica estadística



*‘diámetro a la altura del pecho’

¡Es un gas!



Glosario:

- *gaseoso*: En forma de gas
- *efecto del invernadero*: El calentamiento de la superficie de la Tierra que ocurre cuando el calor del sol es atrapado por la atmósfera.
- *clima*: El promedio de las condiciones atmosféricas en una región.
- *bacterias*: Organismos vivos que tienen una sola célula y sólo pueden observarse usando un microscopio.
- *especialización*: Estudio especial sobre algún tema, o trabajo sobre un solo tema o en un solo lugar.
- *compactar*: Apretar, comprimir.
- *poroso*: Cubierto de poros o pequeños huecos por donde pueden pasar el agua, el aire, etc.
- *muestra*: Parte o pedazo que hace ver que todo el grupo se le parezca.
- *anaerobio*: Que existe en la ausencia de oxígeno.

El intercambio de gases entre la Tierra y la atmósfera

Conoce al Dr. Keller (el del sombrero):

Me gusta ser científico porque me brinda la oportunidad de satisfacer mi curiosidad acerca de cómo funcionan los sistemas naturales del planeta. Gran parte de mi trabajo la realizo en el campo, otra parte del tiempo la paso en mi oficina y otra parte en el laboratorio. Trabajo con mucha independencia. ¡Me encanta aprender cosas nuevas!



Dr. Keller



Pensando en la ciencia

La química es la ciencia que estudia los 'bloques' de los cuales está hecha toda materia. Los

átomos son los 'bloques' más básicos o simples. Las moléculas son combinaciones de dos o más átomos del mismo elemento químico. Toda la materia está hecha de más de 100 elementos. El nitrógeno, el hidrógeno, el oxígeno y el carbono son ejemplos de elementos. Los compuestos están hechos de dos o más elementos. Para entenderlo más fácilmente, piensa en el abecedario. Los átomos son como las letras. Puede haber áto-

mos “A”, átomos “B” y átomos “C”, por ejemplo. Los elementos son como una sola letra, como A, I, o T. Las moléculas son como cadenas de una misma letra (o elemento), tal como BBB o MMMM. Los compuestos son como palabras, hechos de diferentes letras (o elementos). Cuando los elementos se combinan entre sí formando compuestos, sus estructuras cambian. Los elementos pueden formar un número ilimitado de compuestos, así como las letras pueden formar un número ilimitado de palabras. Estos compuestos pueden ser sólidos, líquidos o *gaseosos*. Algunos científicos estudian la estructura y el comportamiento de los compuestos gaseosos. En este estudio, los científicos querían estudiar los compuestos gaseosos que llegan a la atmósfera como gases que provocan el efecto del invernadero.



Pensando en el medio ambiente

El efecto del invernadero es causado por ciertos gases que actúan como el vidrio (o cristal) en un invernadero, reflejando el calor de la atmósfera de vuelta a la Tierra (ver figura 1). La cantidad de calor atrapado en la atmósfera puede variar dependiendo del tipo de gas y del tiempo que permanece en la atmósfera. Los principales gases que provocan el efecto del invernadero son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido nítrico y los clorofluorocarbonos (también llamados CFCs). La presencia de cierto nivel de estos

gases en la atmósfera es necesaria para mantener un *clima* adecuado y para asegurar la vida en la Tierra. Si tuviéramos una cantidad muy baja de gases de invernadero, el clima de la Tierra sería demasiado frío. De haber un nivel alto de estos gases tendríamos un clima demasiado caliente. Actividades humanas, tales como la emisión de combustible fósil (como el petróleo), pueden crear un aumento en el nivel de los gases que provocan el efecto del invernadero. Los científicos de este estudio observaron los gases de invernadero desde otra perspectiva. Examinaron la manera en que las actividades humanas han

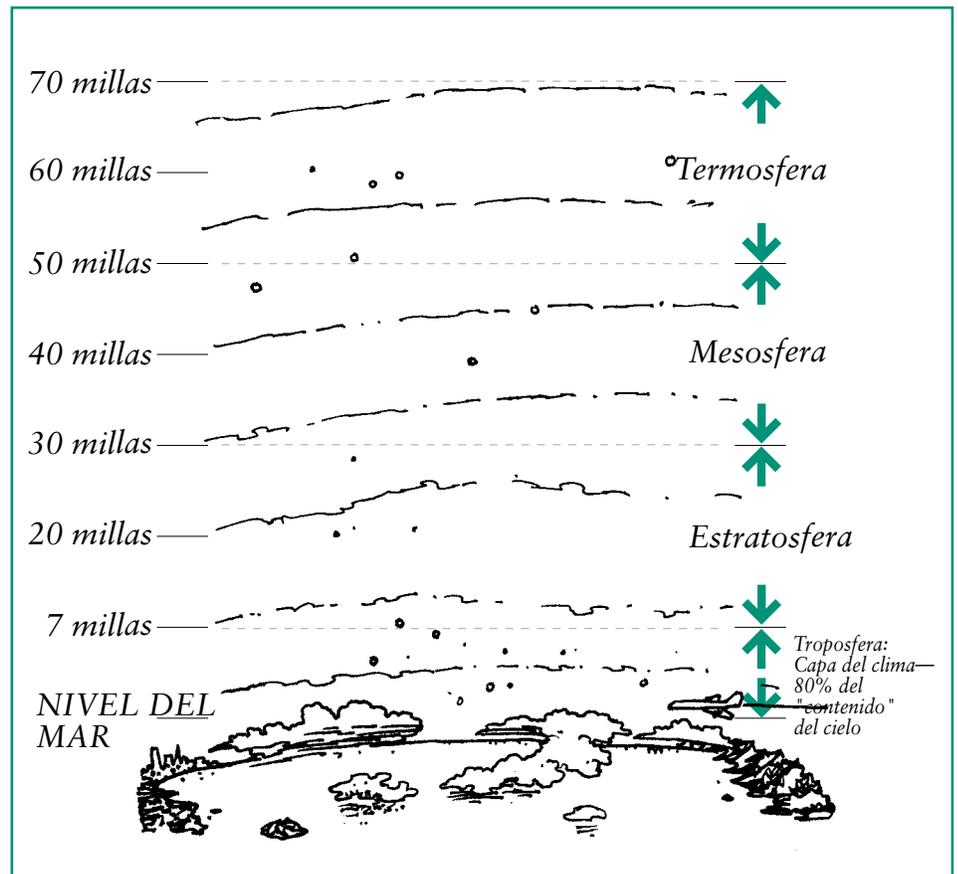


Figura 1. La atmósfera de la Tierra. La troposfera es la sección de la atmósfera que va desde el nivel del mar hasta 7 millas por encima de éste. La mayoría de las nubes están dentro de la troposfera. Cuando viajas en avión, vuelas dentro de la parte media y superior de la troposfera.

permitido que las *bacterias* del suelo aumenten la cantidad de óxido nítrico en la atmósfera.

permitido que las *bacterias* del suelo aumenten la cantidad de óxido nítrico en la atmósfera.

Introducción

A veces los bosques tropicales son talados para que los humanos usen la madera y otros productos derivados de los árboles. Las áreas taladas luego se convierten en pastizales que sirven para alimentar al ganado, y el ganado luego se utiliza para el consumo humano. Cuando el bosque se convierte en pastizal, las condiciones del suelo cambian, volviéndose más *compacto* y menos *poroso*. (¿Se te ocurre la razón por la cual esto ocurre? Piensa en el tamaño y el peso del ganado). Investigaciones anteriores indican que el suelo de

Pensando en la ecología



A menudo, los científicos estudian un objeto o un evento en particular. Mientras que esta *especialización* sirve a los científicos para entender muy bien un determinado objeto o evento, no siempre les ayuda a entender cómo se relaciona el objeto o evento con otras cosas u otros eventos. Los ecólogos son científicos que estudian la manera en que los organismos vivientes se relacionan entre sí y

con las cosas inertes. En este estudio, los ecólogos estaban estudiando el ciclo del nitrógeno (ver figura 2). El ciclo del nitrógeno explica la relación entre el elemento nitrógeno con otros elementos, con las plantas, los animales y las bacterias. Las bacterias son importantes en este ciclo porque transforman el nitrógeno de la atmósfera en compuestos que las plantas pueden usar, como por ejemplo nitratos y amoníaco. Estos compuestos son usados por las plantas para hacer otros compuestos

tales como las proteínas. Los animales que comen plantas usan las proteínas de las plantas. Las bacterias que viven en el suelo convierten los desechos de las plantas y animales en compuestos de nitrógeno otra vez. El nitrógeno es emitido de nuevo a la atmósfera, y el ciclo vuelve a comenzar. Éste es un ejemplo de cómo la vida depende de las relaciones entre los organismos vivos y la materia inerte. ¿Qué más ejemplos indican que tu vida depende de los organismos vivos y la materia inerte?

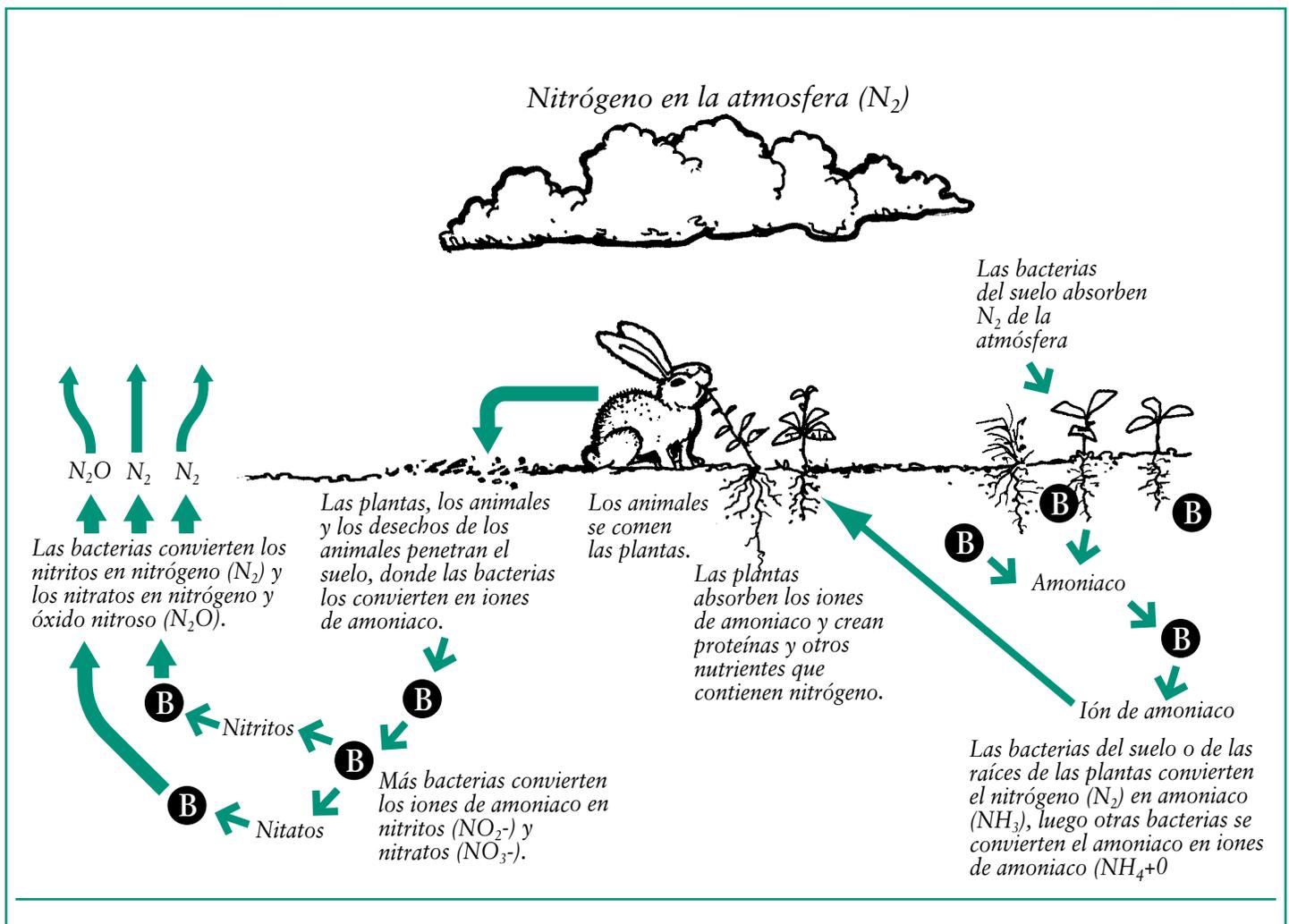


Figura 2. El ciclo del nitrógeno.

los pastizales son abandonados después de un tiempo. Ésto sucede con frecuencia porque el terreno deja de producir suficiente pasto para sostener al ganado. Cuando los pastizales son abandonados, el bosque comienza a crecer nuevamente por sí mismo. Nadie sabía si el terreno de estos bosques jóvenes emitiría menor o mayor cantidad de estos gases que provocan el efecto del invernadero cuando el bosque creciera nuevamente. Ésa es la pregunta que los investigadores querían responder.



Sección de reflexión

- ¿Cuál es la pregunta que los investigadores querían responder? ¿Cuál es el problema más grave que este estudio podría ayudar a resolver?
- ¿Crees que los investigadores tuvieron que visitar y estudiar los bosques tropicales jóvenes, o que pudieron hacer toda su investigación en el laboratorio? ¿Por qué o por qué no?

Método

Los científicos seleccionaron cuatro tipos de áreas de estudio. Estudiaron bosques tropicales viejos, bosques tropicales jóvenes, pastizales recién abandonados y pastizales que estaban siendo usados para la ganadería (ver figuras 3, 4 y 5). Seleccionaron tres lugares en cada área de estudio como ejemplos. (¿Cuántos lugares estudiaron en total? Multiplica las cuatro áreas por los tres ejemplos de cada uno). Luego, escogieron ocho sitios en cada área y midieron la cantidad de óxido de nitrógeno (N^2O) del suelo.



Figuras 3, 4 y 5. Bosque tropical viejo, pastizal en uso y un bosque tropical joven.



(¿Cuántos lugares midieron en total? Multiplica 12 por 8). En cada sitio y durante 12 meses, los científicos midieron la cantidad de óxido nítrico en el nivel superior del suelo. (¿Cuántas mediciones tomaron en total? Multiplica 12 X 8 X 12. ¿Cuántas mediciones tomaron en cada área? Divide el total de mediciones entre la cantidad de lugares). Los científicos recogieron *muestras* de los gases del terreno colocando un instrumento a 2 cms. de profundidad en el mismo (ver figura 6). (Para saber cuántas pulgadas es esto, multiplica 2 por 0.393). Llevaron las muestras de gases de vuelta al laboratorio y midieron la cantidad de óxido nítrico en las muestras recogidas del nivel superior del terreno.

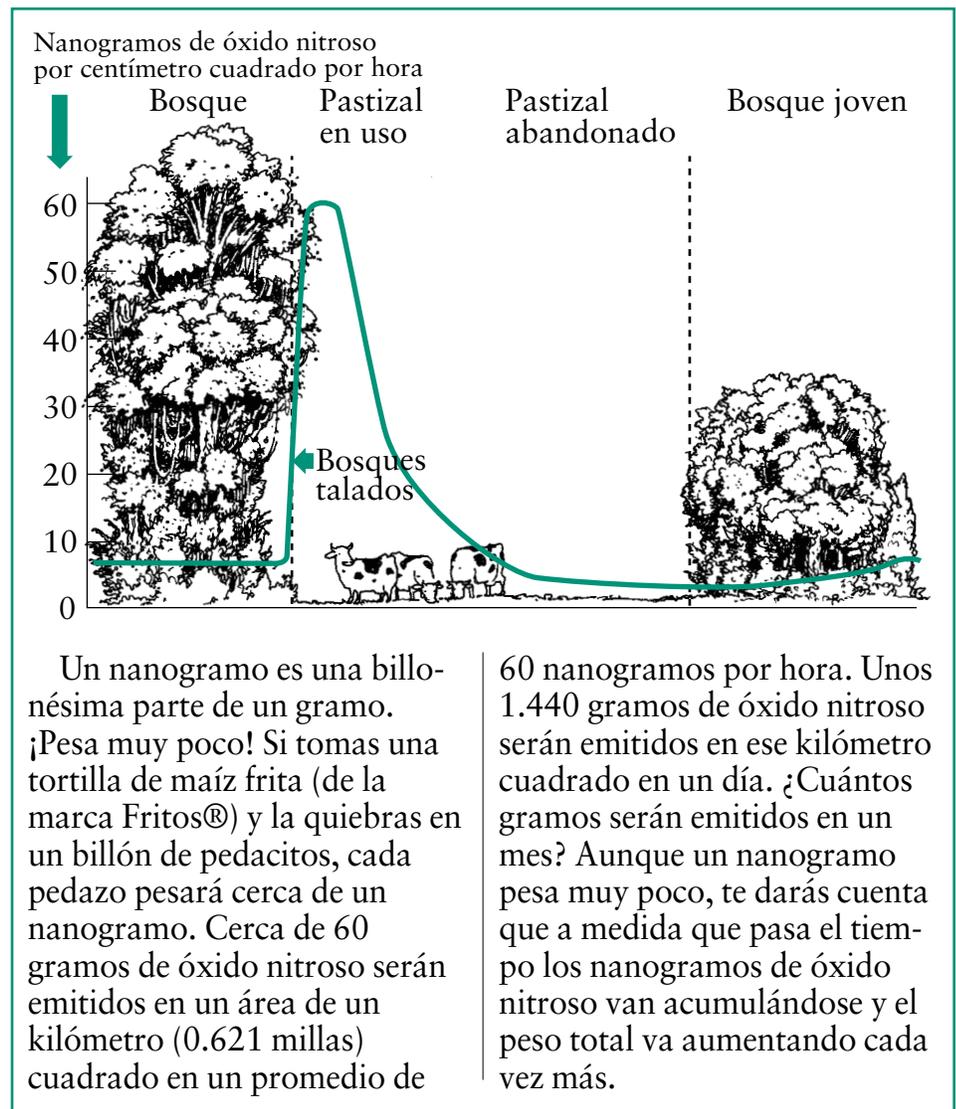


Sección de reflexión

- ¿Por qué crees los científicos estudiaron los cuatro áreas en lugar de estudiar solamente los bosques tropicales jóvenes?



Figura 6. Fotografía del equipo usado para recolectar óxido nítrico.



Un nanogramo es una billonésima parte de un gramo. ¡Pesa muy poco! Si tomas una tortilla de maíz frita (de la marca Fritos®) y la quiebras en un billón de pedacitos, cada pedazo pesará cerca de un nanogramo. Cerca de 60 gramos de óxido nítrico serán emitidos en un área de un kilómetro (0.621 millas) cuadrado en un promedio de

60 nanogramos por hora. Unos 1.440 gramos de óxido nítrico serán emitidos en ese kilómetro cuadrado en un día. ¿Cuántos gramos serán emitidos en un mes? Aunque un nanogramo pesa muy poco, te darás cuenta que a medida que pasa el tiempo los nanogramos de óxido nítrico van acumulándose y el peso total va aumentando cada vez más.

Figura 7. La cantidad de óxido nítrico encontrado en la capa superior de la tierra en el período de una hora en cuatro tipos de terreno en el trópico.

- ¿Crees que los científicos descubrieron menos, más, o la misma cantidad de óxido nítrico en el suelo de los bosques tropicales jóvenes que en el terreno de un pastizal usado por el ganado? ¿Por qué?

Resultados

Los investigadores descubrieron que la cantidad de óxido nítrico cerca de la superficie del terreno era diferente en las cuatro áreas (ver figura 7). La cantidad de óxido nítrico es

baja en los bosques tropicales viejos. Cuando los bosques son talados y convertidos en pastizales, la cantidad de óxido nítrico aumenta. Cuando los pastizales son abandonados y los bosques jóvenes comienzan a crecer, la cantidad de óxido nítrico baja incluso a niveles más bajos que los niveles de los bosques viejos. Los científicos creen que el agua es la clave para entender este fenómeno. El terreno de los pastizales es menos capaz de absorber y filtrar el agua debido a que el ganado lo compacta. Esta condición facilita la activi-

dad *anaeróbica* de las bacterias en los desechos vegetales y animales cerca de la superficie del terreno. Ésto produce cantidades mayores de óxido nitroso, el cual es entonces emitido a la atmósfera.



Sección de reflexión

- Hay dos cosas que suceden en los pastizales que pueden estar aumentando la cantidad de óxido nitroso emitida a la atmósfera. ¿Cuáles son esas 2 cosas?
- Los científicos midieron la cantidad de óxido nitroso a dos centímetros debajo de la superficie del terreno. ¿Crees que la misma cantidad de óxido nitroso estaba siendo emitido a la atmósfera? ¿Por qué o por qué no?

Implicaciones

Los científicos descubrieron que el óxido nitroso es emitido a la atmósfera como parte del ciclo del nitrógeno. Sin embargo, no saben lo que causa que la bacteria convierta algunos iones de amonio en óxido nitroso y otros en nitrógeno. El nitrógeno es un gas necesario en la atmósfera, pero el óxido nitroso es un gas de invernadero que en grandes cantidades puede ser dañino. Todavía hay mucho por aprender acerca de los suelos tropicales y los gases que provocan el efecto del invernadero. Esta investigación muestra que los humanos producimos impactos en la Tierra que no

siempre son fáciles de observar. Al tomar decisiones para manejar el terreno de diferentes maneras, afectamos lo que sucede ahora y lo que sucederá en el futuro.



Sección de reflexión

- ¿Sabes algo más acerca del efecto del invernadero?
- ¿Crees que, no importa dónde se encuentren, los pastizales hacen que se emita más óxido nitroso que los bosques? ¿Por qué o por qué no?



Actividad de descubrimiento

En esta actividad, contestarás a la pregunta: ¿Cuáles son las semejanzas entre un tarro con tierra y la atmósfera de la Tierra? El método que vamos a utilizar para contestar a la pregunta es este: Toma dos termómetros, un tarro de vidrio transparente grande con tapa (¡manéjalo con cuidado!), y una taza de tierra de color oscuro. Coloca la tierra en el tarro de vidrio a una profundidad de 4 centímetros (cerca de dos pulgadas). Coloca un termómetro boca abajo dentro del tarro y cierra el tarro con la tapa. Voltea el tarro de manera que la tierra quede en la tapa y el termómetro quede al derecho. Coloca el tarro a la luz del sol o bajo la luz de una bombilla durante una

hora. Coloca el segundo termómetro cerca del tarro.

Después de la hora, toma la temperatura por fuera del tarro usando el segundo termómetro. Toma la temperatura del aire dentro del tarro de vidrio. Compara las dos temperaturas. Después considera las siguientes preguntas:

- ¿Qué parte de la Tierra representa el aire por fuera del tarro de vidrio?
- ¿Qué parte de la Tierra representa el tarro?
- ¿Qué parte de la Tierra representa la tierra de color oscuro dentro del tarro de vidrio?

Notarás que la luz calienta la tierra que está dentro del tarro. Luego la tierra irradia el calor de vuelta al aire que está atrapado dentro del tarro. ¡Has creado el efecto invernadero! Ahora intenta contestar la pregunta formulada al comienzo de esta actividad.

Esta Actividad es una adaptación de Rodríguez, N., Kampen, A. y Dufresne, M. (2000). *It's your planet: A study of global warming. An interdisciplinary curriculum designed for middle school students and their exploration of global warming.* Para obtener más información y más actividades, visita la página de Internet: <http://www.classtech2000.com/archno2/SessionB/Jesuit/gwarming.htm>

Tomado de: Keller, M. y Reiners, W.A. (1994). Soil-atmosphere exchange of nitrous oxide, nitric oxide, and methane under secondary succession of pasture to forest in the Atlantic lowlands of Costa Rica *Global biogeochemical cycles*, 8(4): 399-409.

Por favor, Ven a cenar con nosotros



Pájaros tropicales y sus invitados temporales

Conoce al Dr. Latta (segundo de izquierda a derecha):

Me gusta ser un científico porque para mí es una aventura de trabajar en contacto con la naturaleza y considero un reto tratar de entender la *ecología* de



Dr. Latta

los pájaros. Creo que es importante proteger la *diversidad* tanto de los organismos vivos como la del planeta.



Pensando en la ciencia

Cuando los científicos observan lo que pasa en la naturaleza, con frecuencia establecen categorías para las cosas que observan. Las categorías ayudan a los científicos a *clasificar* sus observaciones. Clasificar es una forma de agrupar cosas semejantes. Las

Glosario:

- *ecología*: El estudio de las interacciones de los organismos vivos entre sí y con su ambiente.
- *diversidad*: Cualidad de ser distinto y variado.
- *clasificar*: Organizar o poner en grupos de acuerdo a algún sistema.
- *analizar*: Separar algo en sus partes con el objeto de examinarlas.
- *reportar*: Hacer un resumen o un informe corto.
- *forraje*: Comida para animales, generalmente la comida del ganado o la que buscan los pájaros.
- *adaptar*: Cambiar para acomodarse a nuevas condiciones.
- *maduro(a)*: Que ha terminado de crecer o de desarrollarse.
- *especies*: Grupos de organismos que se parecen entre sí en su apariencia, su comportamiento, sus procesos químicos y su estructura genética.
- *tropical*: Relativo al trópico. Los trópicos son las regiones de la Tierra cerca a la línea ecuatorial.
- *rastrera(o)*: Vegetación que crece baja en el bosque.
- *migratorio(a)*: Tener la característica de moverse de un lado a otro.
- *percha*: Rama de árbol donde se posa un ave.
- *población*: Numero total de individuos del mismo tipo que ocupan un área.

clasificaciones les sirven a los científicos para *analizar* y *reportar* sus descubrimientos. En este estudio, los científicos querían entender el comportamiento de búsqueda de *forraje* de las aves en la República Dominicana, país que constituye una parte de una isla en el Mar Caribe. Al analizar y reportar sus observaciones del comportamiento de los pájaros, los investigadores buscaban entender mejor las diversas maneras de como las diferentes especies de aves buscan su comida.



Pensando en el medio ambiente

Incluso las mismas especies de animales comen diferentes alimentos. A través de los cientos y miles de años, los animales se han *adaptado* a los diferentes ambientes donde pueden encontrar alimento. En este estudio, los científicos querían estudiar la dieta de las aves. Por ejemplo, algunas aves comen insectos, otros comen frutillas, otros toman néctar (líquido dulce que producen las plantas) y algunos



Figura 1. Localización de la República Dominicana en el Mar Caribe.

comen semillas. Algunas aves comen más de un tipo de alimento. Cuando diferentes especies de aves comen diferentes alimentos, pueden vivir en la misma área porque no tienen que competir por la fuente de alimento. Lo mismo sucede con otras especies de animales. Por eso, muchas especies de animales pueden vivir en la misma área.

Introducción

Los bosques de pino son comunes en el área *tropical* del

Caribe. Generalmente, estos bosques de pino también tienen una vegetación *rastrera* de árboles de hoja ancha. Los árboles de hoja ancha son aquellos que tienen hojas planas. Los bosques de pino son el hogar de muchas especies de aves. A pesar de que los científicos han estudiado las aves que viven en otros tipos de bosque, no habían estudiado las aves que viven en los bosques de pino tropicales. Algunas aves viven en los bosques de pino todo el año.

Pensando en la ecología



La diversidad es una cualidad importante de todas las comunidades *maduras* de organismos vivos. En los ambientes naturales maduros es importante tener una diversidad de *especies*. Esto significa que las comunidades

naturales generalmente tienen diferentes tipos de especies de animales y plantas. También es importante que existan diferencias en las mismas clases de animales y plantas. Piensa en la comunidad donde vives. Tu familia es diferente de otras familias en tu barrio en muchas maneras, y tú eres diferente de otra gente de muchas maneras

también. En la naturaleza, hay diversidad de animales y plantas. En este estudio, los científicos estaban interesados en observar cómo diferentes especies de aves comen diferente comida. Cuando hay una diversidad de animales viviendo en un área, hay alimento disponible para todos los animales.



Figura 2. Asistente de investigación con un ave residente.

Dichas aves son llamadas residentes (ver figura 2). Otras aves son *migratorias*, viven en los bosques de pino solo durante los meses de invierno. Las aves migratorias vuelan del frío del norte para pasar los meses del invierno en el trópico, donde la temperatura es más caliente. Los investigadores de este estudio querían saber qué clase de alimento comen las aves residentes y las migratorias durante los meses del invierno.



Sección de reflexión

- Si tú fueras el investigador de este estudio, ¿cómo estudiarías lo que comen las aves en los bosques de pino?

las aves en los bosques de pino?

- ¿Crees que diferentes clases de aves comen diferentes clases de alimento en los bosques de pino? ¿Por qué o por qué no?

Métodos

Primero, los científicos seleccionaron 12 lugares en un área grande de bosque de pino. Estas áreas tenían árboles típicos del bosque de pino que rodeaba los 12 lugares. Después de seleccio-

nar los lugares, dibujaron un círculo imaginario de 16 metros de diámetro (para saber cuántas yardas son, multiplica 16 por 1,09). Después identificaron los tipos de los árboles dentro de los círculos. Los científicos caminaron las diferentes secciones del bosque de pino diariamente. Durante su recorrido, los científicos observaron el comportamiento de búsqueda de forraje de las aves. Anotaron el tipo de ave y el comportamiento que observaron. Para anotar la forma en que cada ave estaba obteniendo su alimento, los investigadores clasificaron el comportamiento de búsqueda del forraje de los pájaros en cinco clases (ver tabla 1). También anotaron cuatro cosas más: 1) la especie del ave, 2) si la especie del ave era residente o migratoria, 3) si el ave estaba en los pinos, en el área de árboles de hoja ancha, o en ambas partes cuando buscaba su alimento, y 4) cómo cada ave obtenía su alimento (ver tabla 2 y figura 3).

Tipo de comportamiento de búsqueda de alimento	Descripción del comportamiento de búsqueda de alimento
Cosecha	El ave permaneció en una percha y picó un alimento de otra superficie
Salto	El ave saltó desde una <i>percha</i> u otra superficie para obtener su alimento
Sondeo	El ave hurgó o picoteó una superficie para obtener algún alimento de debajo de la superficie
Sobrevuelo	El ave, mientras volaba, capturó el alimento en el aire
Aterrizaje	El ave, desde el aire, capturó un alimento de alguna superficie

Tabla 1. Clasificación de cómo las aves capturaron su alimento.

Especie del ave	Migratoria (M) o residente (R)	¿Observada sobretodo en el área de árboles de hoja ancha?	¿ Observada tanto en el área de árboles de hoja ancha como en los pinos?	¿ Observada sobretodo en el área de los pinos?	Comportamiento de búsqueda de forraje más usado
Cigüita Coliverde	R	Sí	No	No	Cosecha
Colibrí	R	No	Sí	No	Aterrizaje
Reinita Palmera	M	No	Sí	No	Cosecha

Tabla 2. Ejemplo de cómo los científicos reportaron sus observaciones.



Sección de reflexión

- ¿Por qué crees que los científicos seleccionaron áreas pequeñas del bosque para identificar árboles en vez de hacerlo en el área más grande?
- ¿Por qué crees que los científicos sabían que los árboles en los 12 lugares eran similares a los árboles en el área total del bosque de pino?

Resultados

El 75% de las aves buscaban su alimento en un área de 5 a 10 metros por encima de la superficie de la tierra (¿Cuántas yardas es esto? Ve a la sección de “Método” de este artículo para averiguar cómo calcularlo). Esa es la altura donde coinciden las hojas de pino y las hojas anchas. Debajo de los 5 metros de altura, la mayoría de las plantas son de hoja ancha. Por encima de los 10 metros, las plantas son mayormente pinos. La mayoría de las aves que los investigadores encontraron en los bosques de pino del Caribe eran residentes y



Figura 3. Bosque con vegetación rastrera y mezcla de pinos y árboles de hoja ancha.

vivían allí todo el tiempo. El resto eran migratorias (ver figura 4). Cerca de la mitad de las aves comían insectos, y el resto comía otra clase de alimento (ver figura 5).

A pesar de que la mayoría de las aves comía insectos, los investigadores encontraron que las aves usaban distintos comportamientos para buscar su alimento y para capturar los insectos. Por ejemplo, las aves que comen insectos picoteaban insectos desde las superficies de las hojas, atrapaban insectos

mientras volaban por el aire y pico-teaban insectos de alguna superficie mientras volaban. Las aves no solo usaron diferentes formas para capturar insectos sino que generalmente capturaban insectos en diferentes superficies o áreas. Los científicos descubrieron que los bosques de pino, con su vegetación rastrera de árboles de hoja ancha, proporcionaron una variedad de alimento para muchas especies diferentes de aves.

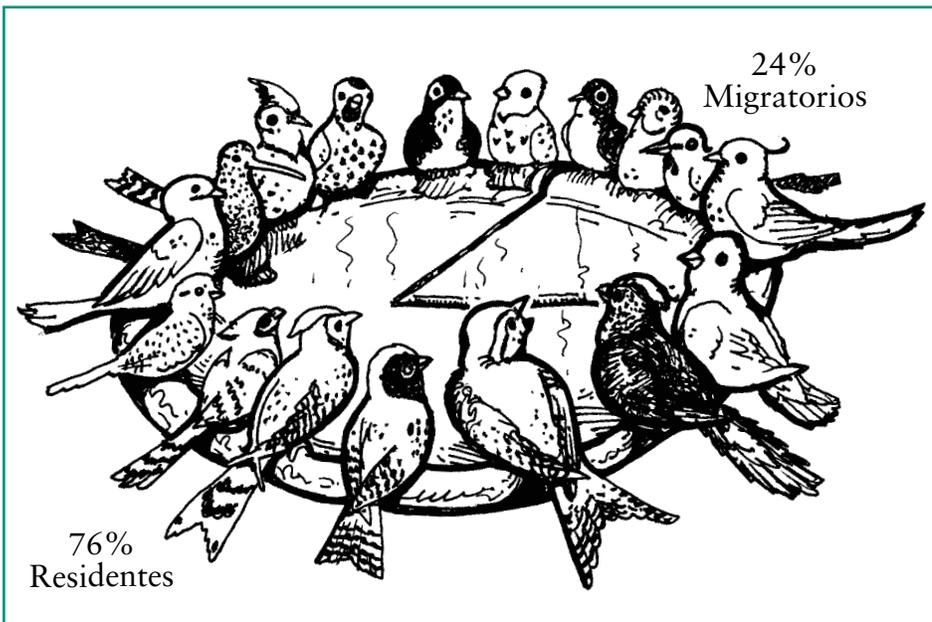


Figura 4. Porcentaje de aves residentes y aves migratorias.

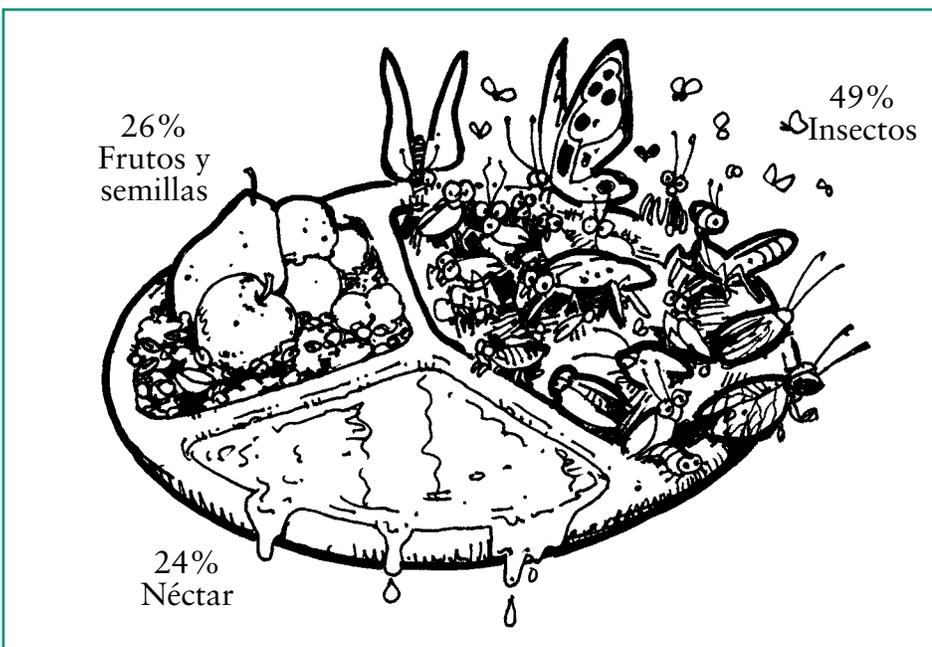


Figura 5. Fuentes de alimento de las aves en el bosque de pino del Caribe.

esas aves son migratorias y viven en los trópicos durante el invierno. Este estudio muestra que las aves migratorias y residentes pueden vivir en el mismo lugar y al mismo tiempo. Con esta información, la gente puede asegurarse de que los aves migratorias y residentes tengan los tipos de lugares necesarios para sobrevivir en los trópicos. Esta información es necesaria para proteger los bosques y mantener los diferentes tipos de lugares que los pájaros necesitan para sobrevivir. De esta forma, las personas pueden ayudar a prevenir a la disminución de la población de las aves cantoras en el futuro.



Sección de reflexión

- Una cadena alimentaria saludable es aquella que mantiene el

equilibrio entre las fuentes de alimentos y los animales que los consumen. Piensa en las aves que comen insectos. ¿Qué pasaría con la población de insectos si los pájaros no estuvieran allí para comerlos?

- ¿Si protegemos ciertos bosques tropicales, de qué manera estamos ayudando a prevenir la disminución poblacional de las aves cantoras en Norte América?



Sección de reflexión

- Nombra dos ejemplos de diversidad descritos en este artículo. Piensa

en los tipos de aves, los alimentos que consumen, cómo los obtienen y los

árboles y las plantas donde los encuentran.

- ¿De qué manera la diversidad ayudó a las aves?

Implicaciones

En Norte América, el número de aves cantoras está disminuyendo. Muchos de



Actividad

Los investigadores descubrieron que las aves comían tres clases de alimentos. Dichos alimentos eran 1) insectos, 2) frutos y semillas y 3) néctar. También descubrieron que las aves capturaban su alimento en el aire, lo picoteaban, saltaban y hacían sondeos para obtenerlo (ver tabla 1). En esta Actividad, vas a contestar esta pregunta: ¿Qué características físicas deben tener las diferentes aves para poder capturar su alimento? Este es el método que vas a usar para contestar a la pregunta: Necesitarás 5 hojas grandes de papel blanco corriente y crayolas. En cada hoja de papel,

diseña un ave que captura y come diferentes clases de alimentos. Presta mucha atención al pico, las alas, la forma del cuerpo y las patas que debe tener el ave. Este ejercicio puede hacerse en pequeños grupos para discutir el diseño que debe tener el pájaro para poder capturar su alimento.

Dibuja lo siguiente:

- Ave que cosecha frutos y semillas
- Ave que sondea el interior de las flores y toma el néctar.
- Ave que captura insectos mientras vuela
- Ave que captura insectos escarbando en los árboles
- Ave que salta sobre la tierra y picotea insectos del suelo

Después de diseñar tus aves, investiga un poco acerca de ellos para aprender sobre las formas de sus picos, el tamaño de sus alas, la forma de sus cuerpos y el largo de sus patas. Podrías explorar diferentes aves usando un libro para identificar las especies de aves. Compara lo que has aprendido con tus propios diseños de pájaros. ¿Qué características físicas necesitan los pájaros para capturar diferentes tipos de alimentos?

Tomado de: Latta, S.C. y Wunderle, J.M. Jr. (1998). "The assemblage of birds foraging in native West Indian pine (*Pinus occidentalis*) forests of the Dominican Republic during the non-breeding season." *Biotropica*, 30(4): 645-656.

Otro recurso: Buffet de picos de pájaro ("Bird beak buffet"): <http://saveourlake.org/lessons/chpt2/act5.html>

Algunas cosas siempre cambian:



El uso del terreno en un bosque tropical seco

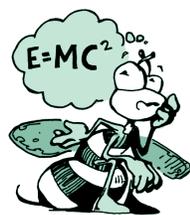
Conoce al Dr. Lugo:

Me gusta ser científico porque me permite relacionarme con personas que,



Dr. Lugo

como yo, están fascinadas con la *complejidad* de la naturaleza y con la oportunidad de intentar comprenderla. Luego, ponemos nuestros descubrimientos a trabajar en beneficio de la gente.



Pensando en la ciencia

Los científicos observan la naturaleza utilizando diferentes técnicas. Una ma-

nera de observar las áreas naturales es por medio de fotografías. En este artículo,

Glosario:

- *complejidad*: Ser complicado o tener muchas partes que se relacionan entre sí.
- *latitud*: Distancia al norte o al sur del ecuador.
- *diversos(as)*: Que se diferencian entre sí.
- *bioma*: Un área de la Tierra con plantas y animales similares debido a su clima.
- *clima*: La condición promedio del tiempo en un lugar.
- *adaptarse*: Cambiar para acomodarse a nuevas condiciones.
- *denso(a)*: Se dice de algo que tiene sus partes muy juntas.
- *historia del uso del terreno*: El recuento de los usos que la gente le ha dado a la tierra a través del tiempo.
- *estéril*: Terreno incapaz de producir cultivos, fruta o muchos árboles.
- *previo*: Anterior o en el pasado.
- *nativo*: Que ocurre naturalmente en un área.
- *hábitat*: Ambiente donde una planta o animal vive y crece por naturaleza.
- *consenso*: Por acuerdo de todos o de la mayoría.

los científicos quisieron averiguar los cambios en un área de terreno durante un largo período de tiempo. Querían saber si los árboles estaban creciendo o si habían sido cortados, o si en el transcurso de los años se habían construido caminos o edificios. Para lograrlo, usaron fotografías del área tomadas entre 1936 y 1989. Las fotografías habían sido tomadas desde un avión. Los fotografías tomadas desde aviones se llaman fotografías aéreas. Los fotografías aéreas fueron comparadas para ver los cambios en el uso del terreno a lo largo de los años. Comparando estas fotografías, los científicos lograron ver los cambios por los que había pasado ese terreno.

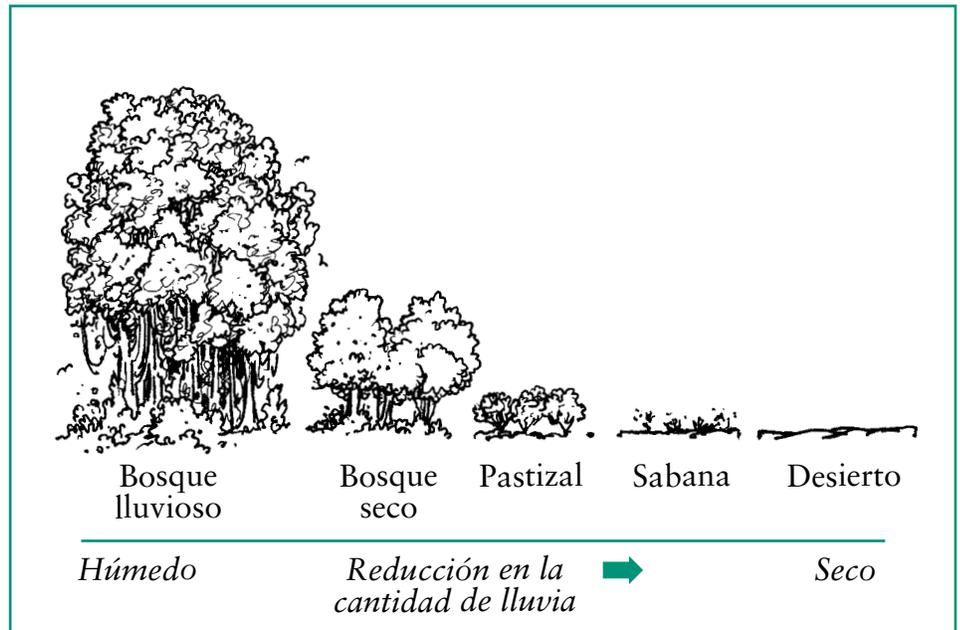


Figura 1. El tipo y la cantidad de vegetación en los trópicos depende de la cantidad de lluvia que recibe cada área. La cantidad de lluvia al año también afecta el tipo de vegetación que crece en cualquier latitud.



Pensando en el medio ambiente

Los bosques tropicales son muy diversos. Aunque la mayoría de la gente ha oído hablar de los bosques tropicales húmedos, pocos saben de la existencia de los bosques tropicales secos. ¿Sabes cuál es la diferencia entre los bosques tropicales secos y los bosques tropicales húmedos? En los bosques tropicales húmedos llueve mucho más que en los bosques tropicales secos (ver figura 1). Los bosques tropicales húmedos pueden alcanzar un promedio de 400” o 1000 cm de precipitación (o lluvia) al año. (¿Cuál será entonces la cantidad promedio de lluvia a la semana en pulgadas o en centímetros? ¿Cuál es el promedio de precipitación diario?). Los bosques tropicales secos reciben alrededor de 20” o 50 cm de preci-

Pensando en la ecología



Piensa en el área natural alrededor de tu comunidad. ¿Es un bosque, una pradera, un pastizal, un desierto? La superficie de la

Tierra es *diversa*. Hay bosques, pastizales y desiertos. Además, existen diferentes tipos de bosques, pastizales y desiertos. ¿Alguna vez te has puesto a pensar qué es lo que determina estos diferentes *biomas* a lo largo de la superficie de la Tierra? La respuesta es porque áreas diferentes en la Tierra tienen *climas* diferentes. El clima de un área está determinado, principalmente, por su temperatura promedio y la cantidad promedio de precipitación. La cantidad de

precipitación es el factor más importante en el crecimiento de las plantas de un lugar. Las plantas que crecen en las áreas secas están *adaptadas* a un promedio de precipitación bajo. Las áreas más secas con frecuencia tienen menos plantas, y las plantas no crecen tan *densamente* como las plantas en áreas donde llueve mucho. En este estudio, los investigadores estudiaron un bosque tropical seco. El bosque tropical seco es el resultado del efecto de sombra de la lluvia (ver figura 2). Por miles de años, este bosque se ha adaptado a las condiciones secas. El bosque tropical seco tiene árboles pequeños cuyas hojas no son tan grandes como las hojas de los árboles altos de los bosques tropicales húmedos cercanos (ver figura 3).

pitación (o lluvia) al año. (¿Cuál será entonces la cantidad promedio de precipitación a la semana en pulgadas o en centímetros?) Por esta razón, las especies de plantas y de animales que viven en los bosques tropicales secos son diferentes a las que viven en los bosques tropicales húmedos. En los bosques tropicales secos viven árboles y animales que se *adaptan* a las condiciones secas del ambiente. En este artículo vas a aprender acerca de un bosque tropical seco en Puerto Rico. (Por curiosidad — ¿Cuál es la cantidad promedio de lluvia al año en el lugar donde vives?).

Introducción

El bosque tropical seco de Guánica está situado en el extremo suroeste de Puerto Rico (ver figura 4). En 1981, La Organización de las Naciones Unidas (ONU), reconoció al Bosque Seco de Guánica como uno de los mejores ejemplos de bosque tropical seco en el mundo declarándolo Reserva Internacional de Biosfera. Antes de 1919, el Bosque Seco de Guánica era usado para actividades agrícolas y otras actividades humanas. En 1919 las actividades humanas fueron legalmente prohibidas en el bosque. Desde 1919 se ha añadido más terreno al bosque. El terreno que había sido usado para actividades humanas ahora está dentro de los límites del bosque. Este está protegido para que no pueda urbanizarse. El terreno del bosque ha cambiado a lo largo del tiempo. Los científicos de este estudio querían saber más acerca de estos cambios. Por ejemplo, querían averiguar si crecen árboles en donde antes

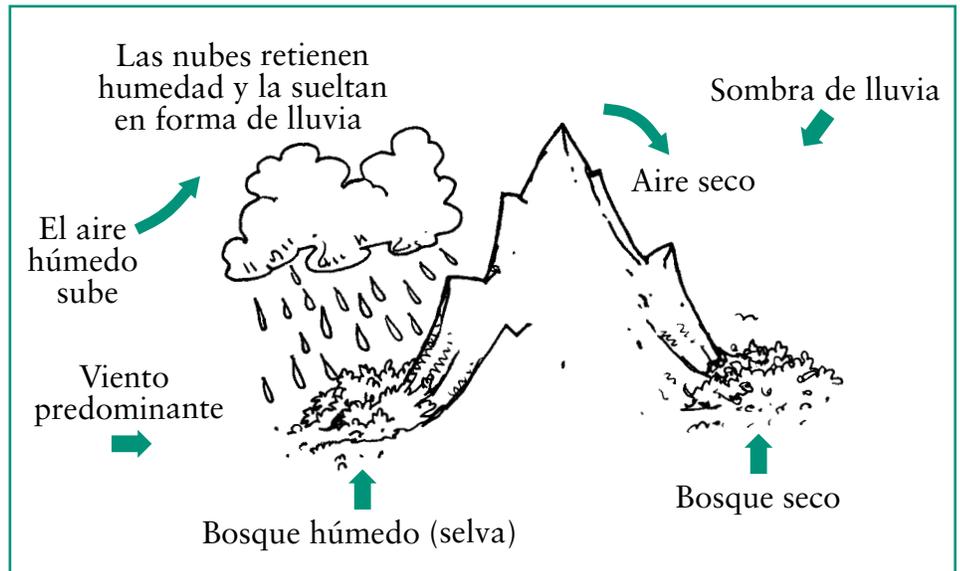


Figura 2. El efecto de sombra de lluvia hace que unas áreas sean más secas que otras.



Figura 3. Bosque Guánica, un bosque seco en Puerto Rico.

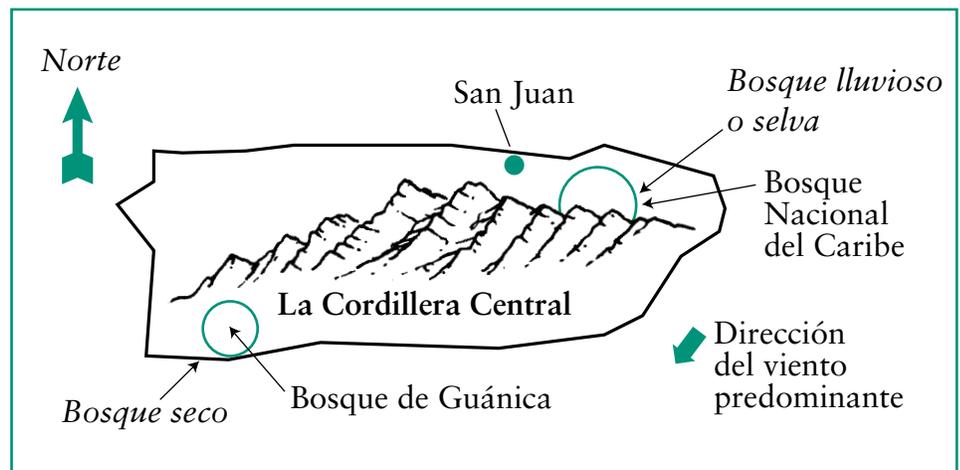


Figura 4. Localización geográfica de Guánica en Puerto Rico.

había cultivos. Estaban interesados en la *historia del uso de los terrenos* del Bosque de Guánica y sus alrededores.

Probablemente has estudiado la historia de tu país, estado o provincia. La historia del uso del terreno es como la historia de tu país, estado o provincia, pero enfocada en el uso que la gente le ha dado al terreno.



Sección de reflexión

- ¿Por qué crees es importante aprender acerca de la historia del uso del terreno de un lugar?

- Piensa en el lugar donde fue construida tu casa o escuela. ¿Cuál crees que era el uso *previo* del terreno, o cómo era, antes de que tu casa o escuela fueran construidas en ese lugar?

Métodos

A base de las fotografías aéreas tomadas en 1936, 1950, 1963, 1983 y 1989, los científicos determinaron cómo había sido usado el terreno a través de los años. Observando las fotografías del terreno dentro y fuera de los límites del Bosque Seco de Guánica, se dieron cuenta que el terreno había sido usado para la construcción de edificios, caminos y cultivos. También notaron que las áreas naturales del bosque, incluyendo los árboles, los humedales, y el terreno era *estéril*. Los científicos calcularon el porcentaje de bosque en cada categoría. Las categorías que usaron son las siguientes:

- Terreno o área urbana (con edificios, estacionamientos, caminos y otras estructuras)
- Terreno o zona agrícola
- Agua
- Bosque
- Humedales
- Terreno estéril



Sección de reflexión

- ¿Para qué crees los científicos crearon categorías de uso de terrenos?
- ¿Crees que la cantidad de terreno cultivado dentro de Guánica aumentó o disminuyó a lo largo del tiempo? ¿Por qué?
- ¿Crees que la cantidad de terreno urbanizado a las afueras de Guánica aumentó o disminuyó a lo largo de los años? ¿Por qué?

Resultados

Los científicos se dieron cuenta que el uso del terreno había cambiado mucho a través de los años. Aunque la porción de terreno urbano creció dentro del bosque aumentó mucho más que en las afueras del bosque, habían muchas más hectáreas urbanizadas a las afueras del bosque (ver figuras 5 y 6). La cantidad de terreno cultivada dentro del bosque disminuyó mucho más que el terreno fuera del bosque. En general, el terreno urbanizado aumentó y el terreno cultivado disminuyó, mientras que la cantidad de bosque permaneció más o menos estable. La figura 7 muestra algunas de las fotografías aéreas usadas por los científicos para determinar estos cambios.

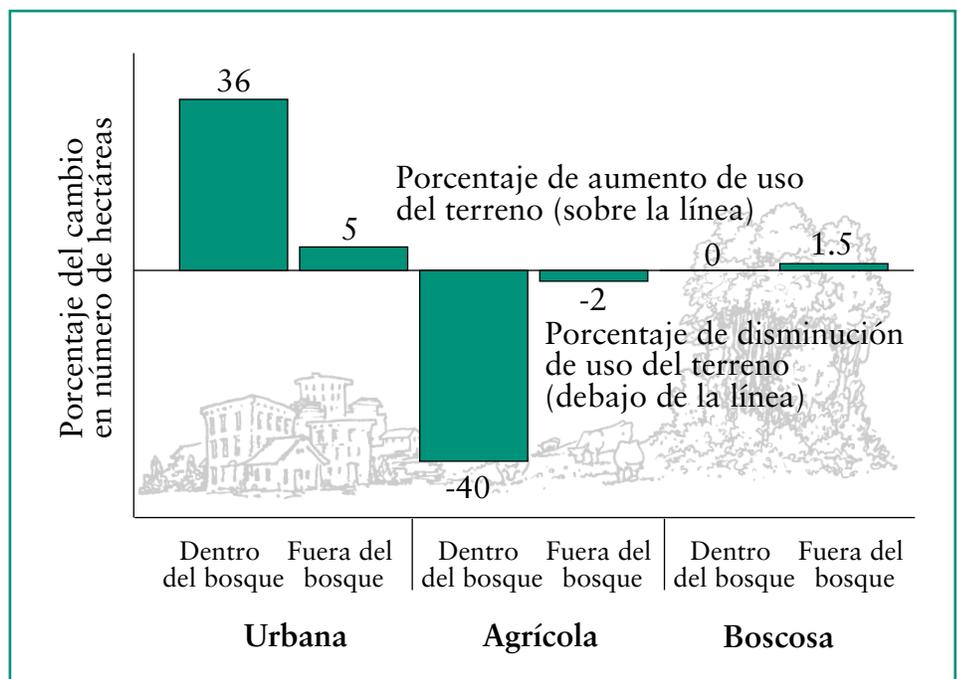


Figura 5. Cantidad relativa de cambio en el uso del terreno en Guánica y sus alrededores.

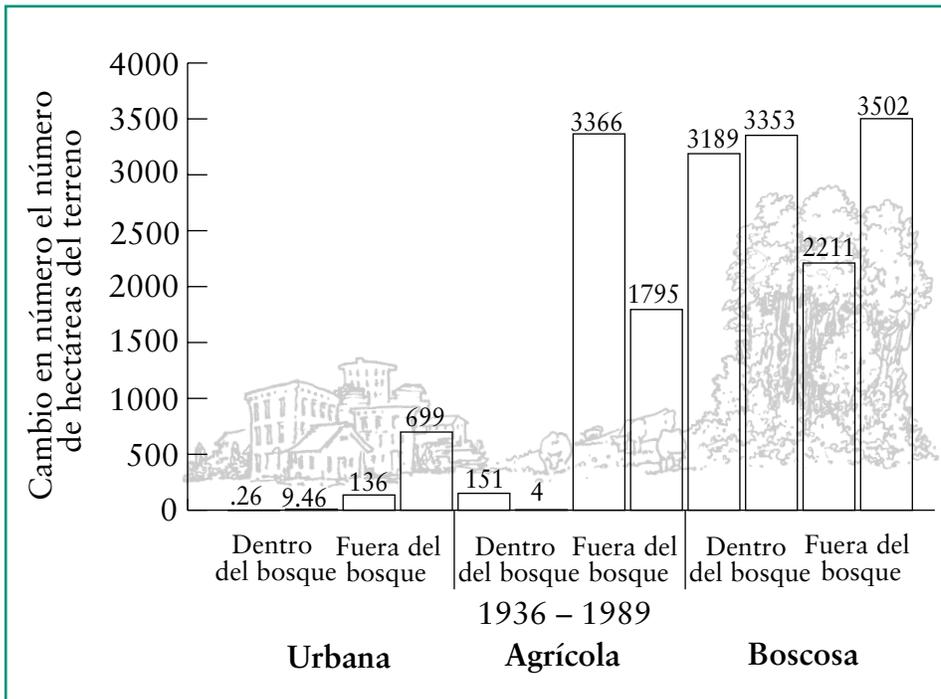


Figura 6. Cambio en el número de hectáreas de terreno por tipo de uso dentro y fuera del Bosque Seco de Guánica. Una hectárea es una unidad de medida que equivale a 2.47 acres.



Sección de reflexión

- ¿El terreno alrededor de tu casa o escuela se parece más al del Bosque Seco de Guánica o al terreno fuera del bosque? ¿Actualmente están ocurriendo cambios en el uso del terreno alrededor de tu casa o escuela? ¿Cuáles son esos cambios?
- ¿Por qué crees que hay más terreno urbanizado fuera de los límites de Guánica en comparación con el interior del bosque?

Implicaciones

Los científicos descubrieron que el uso del terreno fuera del Bosque Seco de Guánica estaba cambiando rápidamente. Construcciones urbanas, tales como edificios y caminos, estaban reemplazando al bosque *nativo*. Cuando los árboles nativos son talados, los animales que no pertenecen al área naturalmente pueden mudarse a vivir allí. Estos animales no nativos podrían acercarse poco a poco a los límites del terreno cercano al bosque. Una vez hayan entrado al bosque, éstos animales competirán por comida y *hábitat* con los animales nativos. Un ejemplo de esto en América del Norte es lo que sucede con el estornino europeo, un pájaro que compete por comida y hábitat con el pájaro cantor nativo de los Estados Unidos. Los científicos sugieren que parte del te-



Figura 7. Fotografías aéreas que muestran los cambios en el uso del terreno a través del tiempo en un área alrededor del Bosque Seco de Guánica.

reño que rodea al bosque debe permanecer boscosa y con un número limitado de construcciones (ver figura 8). De esa manera, los animales no nativos no van a llegar a vivir al bosque y los animales nativos estarán protegidos.



Sección de reflexión

- Crees que es importante proteger a los animales nativos del Bosque Seco de Guanica? ¿Por qué o por qué no?

¿Cómo podrían saber los científicos si los animales no nativos están compitiendo por comida con los animales nativos?



Actividad

En esta actividad vas a responder la pregunta: ¿Debe prohibirse el desarrollo urbano en el terreno fuera de los límites del Bosque Seco de Guánica?

El método que usarás para contestar a esta pregunta es debatir el tema en clase. Divídanse en tres (o cinco) grupos de aproximadamente el mismo número de estudiantes (6 por grupo es lo ideal). La posición de uno o dos grupos será que el terreno fuera del bosque puede y debe ser urbanizado. La posición de otro o de dos otros grupos será que el terreno fuera del bosque no debe ser urbaniza-

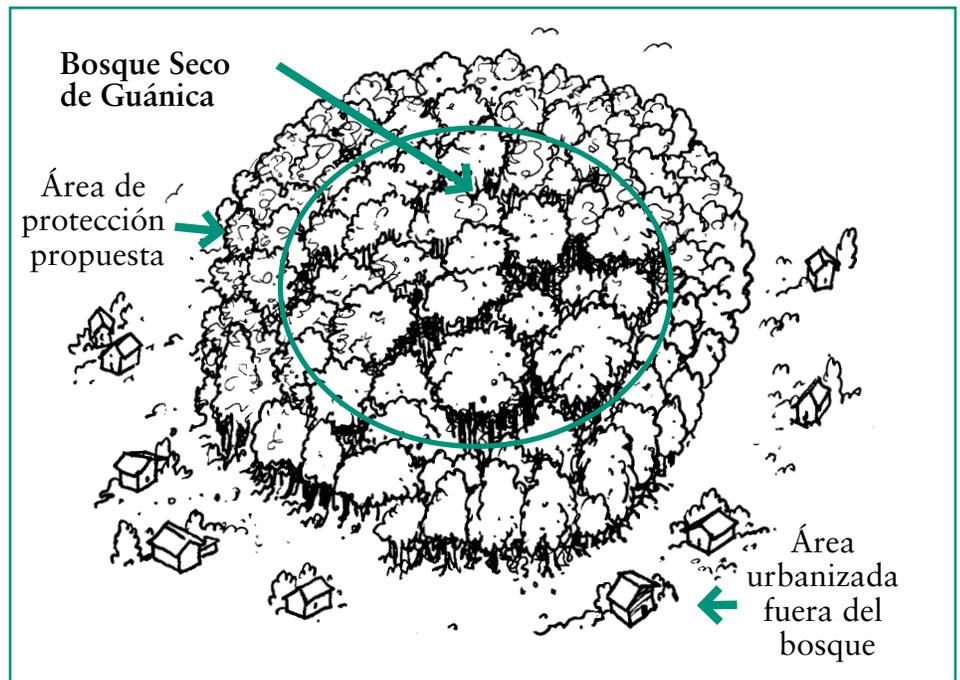


Figura 8. Ejemplo de la propuesta de área protegida alrededor del bosque Guanica.

do. Cada grupo deberá desarrollar tres argumentos para defender su posición. Debes hablar del tema con los miembros de tu grupo para desarrollar sus tres argumentos. Durante unos 20 minutos, desarrollen los argumentos ya sea en contra o a favor del desarrollo urbano. Debes considerar las ventajas del desarrollo urbano para las personas y también las desventajas de éste para los animales y las plantas del bosque. Recuerda que el Bosque de Guánica ha sido reconocido como uno de los mejores ejemplos de bosque tropical seco por la Organización de Naciones Unidas. Una vez hayan desarrollado sus argumentos, cada grupo deberá presentarlos oralmente al grupo restante y al resto de la clase, y toda la clase deberá escuchar todos

los argumentos en contra y a favor. El grupo que falta deberá decidir si se debe permitir el desarrollo urbano cerca de las fronteras del bosque o si se debe crear un área alrededor del bosque en donde el desarrollo urbano estaría prohibido. Ese grupo deberá debatir con anterioridad la manera como llegarán a tomar esta decisión. ¿Lo harán por medio del voto o tratarán de llegar a un consenso? Una vez la decisión se haya tomado, el grupo restante deberá explicarle al resto de la clase cómo y por qué tomaron la decisión que tomaron.

Tomado de: Lugo, Ariel E., Ramos, Olga; Molina, Sandra; y Scatena, F.N. (1996). *A fifty-three year record of land use change in Guánica Forest Biosphere Reserve and Its Vicinity*. Rio Piedras, PR: Institute of Tropical Forestry: USDA Forest Service.



¡Murcielagando!

Glosario:

- *excremento*: Materia fecal animal; caca de animal.
- *muestra*: Parte o pedazo que permite ver cómo es todo el grupo o toda la cosa.
- *representa*: Ser un ejemplo de algo.
- *minar*: Sacar carbón o algún mineral de la tierra excavando un gran hueco.
- *recursos naturales*: El suministro de algo (como el petróleo) en la naturaleza que sirve para satisfacer alguna necesidad humana.
- *dispersar*: Esparcir en varias direcciones.
- *defecar*: Expeler los excrementos o la materia fecal.
- *infértil*: Incapaz de producir frutos, cultivo o de reproducirse.
- *complejo(a)*: Complicado, que tiene muchas relaciones diferentes.
- *nativo*: Que ocurre en un área naturalmente.
- *mamíferos*: Cualquier animal vertebrado, de sangre caliente y con glándulas para producir leche para alimentar a sus crías.
- *diversidad*: Cualidad de ser diferente o variado.
- *germinar*: Acto de empezar a desarrollarse desde una semilla o empezar a crecer.

¿Cómo el excremento del murciélago ayuda a restaurar un bosque tropical?

Conoce al Dr. Parrotta:

Me gusta ser un científico porque me permite explorar la naturaleza y aprender de ella. La naturaleza es como un baúl de tesoros que no tiene fondo y está lleno de sorpresas y misterios. Es emocionante tratar de descifrar esos misterios. Es importante para los seres humanos encontrar formas de usar los regalos de la naturaleza sin dañar el medio

ambiente, y también reparar los daños que ya hemos causado.



Dr. Parrotta



Pensando en la ciencia

Cuando los científicos quieren saber lo que está pasando en un área de terreno en particular, generalmente van a ese lugar a estudiar lo que sucede. Debido a que no siempre pueden estudiar cada pulgada del área, los investigadores escogen áreas pequeñas, o *muestras*, para su estudio. Asumen que las muestras *representan* el resto del área. Este mismo método es usado en la mayoría de los estudios científicos. Por ejemplo, cuando los científicos quieren saber lo que opina el público acerca de algún tema, no pueden preguntarle a todas las personas. Entonces escogen una muestra de la población para hacer sus preguntas, asumiendo que esa muestra representa toda la población. ¿Cuándo fue la última vez que usaste una muestra? Cuando te comes una papa de una bolsa de papas fritas, ¿crees que el resto va a saber como la

primera? ¿La primera papa es una muestra? ¿Por qué o por qué no?



Pensando en el medio ambiente

Los seres humanos usan el terreno para muchas cosas.

Algunas veces, buscan usarlo sólo temporalmente. En este caso perturban el terreno y luego lo dejan crecer naturalmente. Un ejemplo de esto es cuando los humanos *minan* el terreno para conseguir minerales y otros *recursos naturales*. ¿Se te ocurren otros ejemplos de uso de los recursos naturales donde se perturbe temporalmente el terreno? A veces, cuando uno perturba el terreno, este no puede restaurar por sí mismo sus condiciones originales sin la ayuda de los seres humanos y otros de ciertos animales. En este estudio, los investigadores quisieron saber si los murciélagos y los pájaros contribuían a que un bosque tropical se recuperara luego de



Murciélago jamaicano que se alimenta de frutas.

haber sido perturbado por la actividad minera.

Introducción

Los investigadores de este estudio estaban interesados en saber si los animales pueden ayudar a que los terrenos perturbados puedan convertirse nuevamente en ecosistemas más saludables. Una compañía de extracción minera en el Brasil (ver figura 1) le pidió a los investigadores que restauraran un bosque tropical en el lugar que solían explotar. El bosque tropical original había sido talado

Pensando en la ecología



Un ecosistema está compuesto de plantas, animales, bacterias y elementos inertes que ocurren en un área. Cuando el ecosistema es saludable, las plantas, los animales y las bacterias dependen los unos de los otros y del ambiente inerte para sobrevivir. Algunos murciélagos, por ejemplo, necesitan

comerse las frutas de los árboles para sobrevivir. Cuando los murciélagos se comen la fruta de los árboles, ayudan a *dispersar* las semillas de las plantas. ¿Puedes pensar cómo lo hacen? Cuando se comen la fruta, no pueden digerir las semillas. Ya que no pueden digerir las semillas, las *defecan*. Generalmente defecan después de un tiempo de haberse comido la fruta. Para entonces, pueden haber volado

lejos del árbol. Las semillas caen al suelo y comienzan a crecer. Puedes ver que los árboles ayudan a los murciélagos proporcionándoles comida, y los murciélagos ayudan a los árboles dispersando sus semillas. Los murciélagos y los árboles dependen los unos de los otros. Son parte de un ecosistema saludable.

para extraer la bauxita (el compuesto principal del aluminio) del área. Durante la actividad minera el terreno es perturbado ya que hay que remover los árboles y la capa superficial del terreno (ver figura 2). Esto causa la *infertilidad* del terreno. Ya que no quedan árboles en el área y no hay fuente de semillas para ayudar a los árboles a crecer de

nuevo. Aunque los investigadores pueden sembrar más árboles, nunca podrían crear un ecosistema natural *complejo* que contiene animales y plantas que trabajan en equipo. Los investigadores querían saber si podían establecer las condiciones necesarias para que las plantas y los animales pudieran llegar a aquellos terrenos donde se había

relajado la actividad minera. Así las nuevas plantas y los animales podrían ayudar al terreno a recuperarse.



Sección de reflexión

- Si fueras el investigador, ¿qué le dirías a la gente que estás tratando de hacer

por medio de tu estudio en el área de la mina?

- A pesar que los árboles no pueden moverse por sí mismos, sus semillas pueden ser dispersadas en áreas nuevas para que crezcan. ¿Puedes nombrar tres formas en las que las semillas de un árbol pueden transportarse de un lugar a otro?

Métodos

Los investigadores cubrieron el terreno con una capa superficial nueva y plantaron 70 tipos diferentes de árboles *nativos*. Aunque pareciera que 70 son muchísimos árboles distintos, no lo son tanto para un área de bosque tropical en Brasil. ¡Los bosques tropicales brasileños pueden tener hasta 248 clases diferentes de árboles! Los científicos esperaron diez años para que los árboles crecieran. Cuando pasaron los 10 años, los investigadores seleccionaron 32 áreas como muestras para estudiarlas. Las áreas estudiadas estaban demarcadas por circunferencias, cada una de 10 centímetros de diámetro (Para saber el tamaño del área demarcada por las circunferencias en yardas, multiplica 10 por 1,09). Los investigadores fueron a las áreas de muestra e identificaron

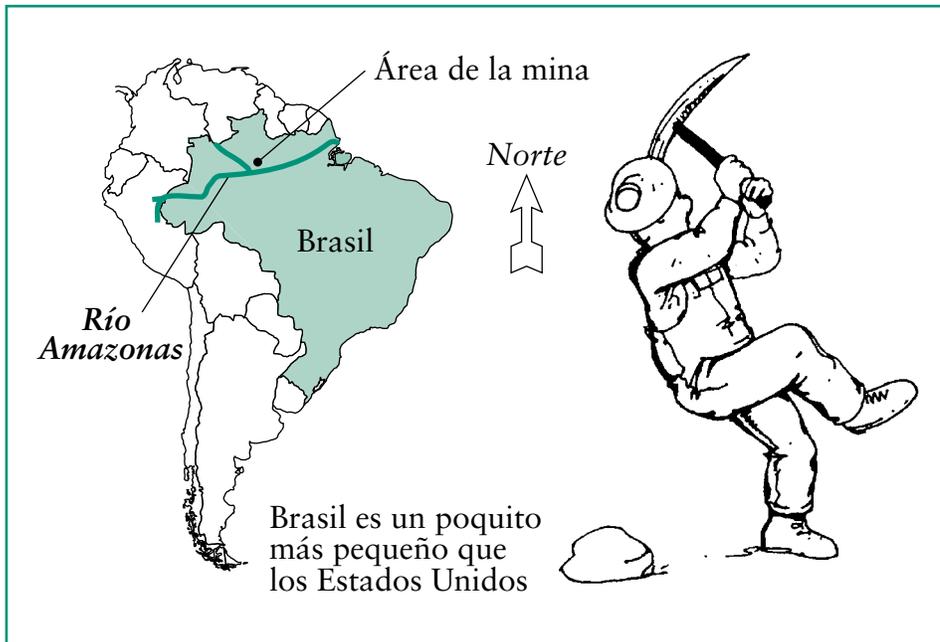


Figura 1. Localización del área de estudio en el Brasil.



Figura 2. Fotografía del área de la mina.

las clases de los árboles que crecían en cada círculo. Además contaron la cantidad de árboles de cada clase que crecía en el área. Luego, los investigadores determinaron qué árboles tenían más de 10 años. Los demás árboles habían crecido por sí mismos durante los 10 años. Después, los investigadores anotaron el número y la clase de aves y *mamíferos* que se encontraban en las áreas de muestra. Recogieron esta información observando y anotando cuidadosamente lo que vieron.



Sección de reflexión

- ¿Por qué los investigadores quisieron identificar cuáles árboles habían sido plantados diez años antes y qué árboles crecieron por sí mismos?
- ¿Por qué crees los investigadores quisieron saber qué especies y el número de aves y mamíferos encontrados en las áreas de muestra?

Resultados

Los científicos encontraron que los números y las especies de árboles nuevos creciendo en las áreas de muestra eran diferentes dependiendo a su localización en el área de estudio. Las áreas de muestra que se encontraban en el extremo exterior del área minada, cerca de los bosques tropicales existentes, tenían mayor *diversidad* de especies de árboles (ver figura 3). Los investigadores encontraron 125 clases diferentes de árboles. Estas áreas también tenían más árboles creciendo que las áreas de muestra

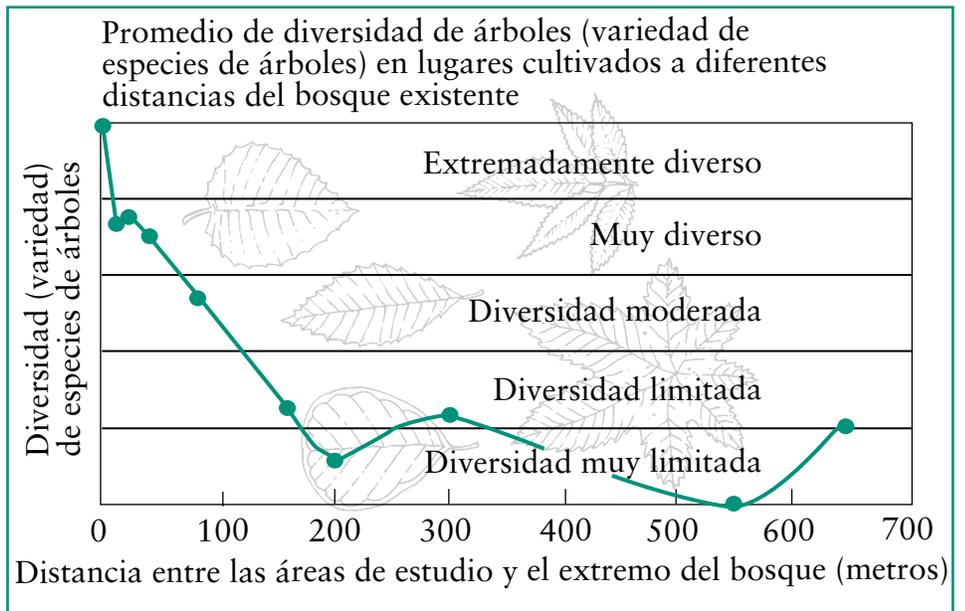


Figura 3. La cantidad de diversidad de especies de árboles a diferentes distancias de la selva.

cerca del centro del área de minas (ver figura 3). Los investigadores encontraron 45 clases diferentes de aves en las áreas de estudio. De éstos, menos de la mitad hubieran sido capaces de dispersar semillas con éxito debido a que la mayoría de estas

aves se alimentaban de insectos, néctar, o eran capaces de digerir las semillas. (Piensa en los loros y los pericos. Comen y digieren semillas, y por lo tanto no serían buenos dispersadores de semillas). Los investigadores encontraron muchas clases distintas de

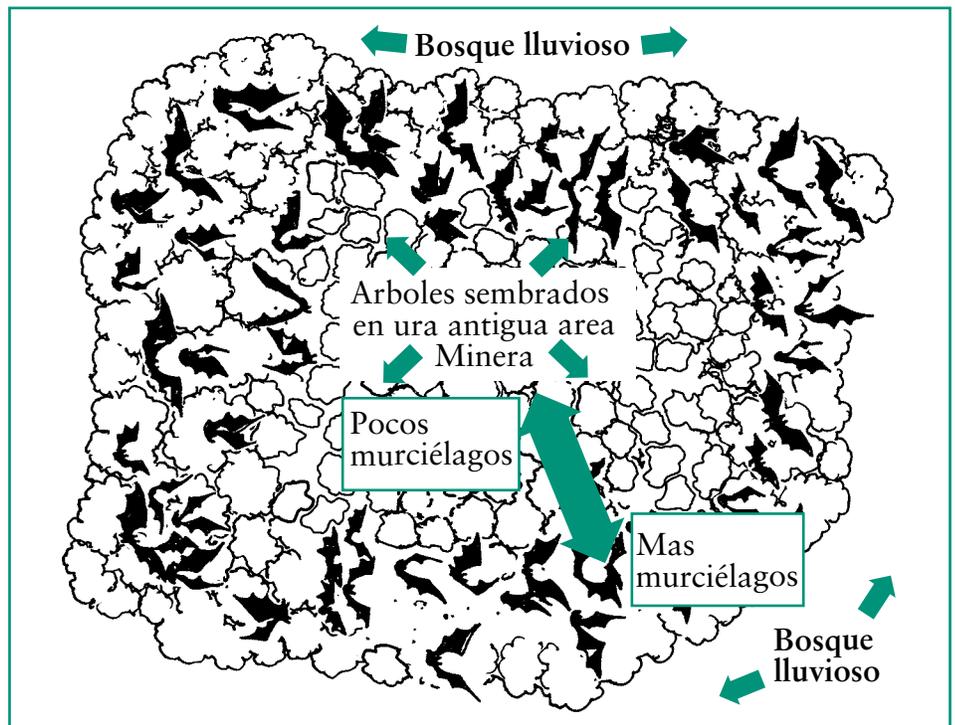


Figura 4. Relación entre el bosque cultivado y el bosque existente.

mamíferos viviendo en el área de estudio. El tipo de mamífero más numeroso encontrado en las parcelas de muestra fueron los murciélagos. Había más murciélagos en las áreas cerca de los extremos que en las áreas cercanas al centro del área de minas (ver figura 4). Aunque no había una gran diversidad de especies de murciélagos, había una gran cantidad de murciélagos viviendo en las áreas de muestra.



Sección de reflexión

- En los lugares donde los investigadores encontraron una variedad de nuevas especies de árboles creciendo, también encontraron gran cantidad de murciélagos. Si fueras un investigador, ¿qué conclusión sacarías de esta información?

- ¿Por qué crees que hubo más murciélagos y más cantidad de árboles nuevos cerca de los extremos del área minada, y menos murciélagos y menos árboles cerca del centro?

Implicaciones

Los investigadores concluyeron que si se planta una gran variedad de árboles en áreas abandonadas donde se dio la extracción minera, la naturaleza puede luego tomar el control y ayudar a que el terreno se convierta en un ecosistema saludable. Los investigadores creen que al plantar los árboles, comenzaron un proceso que habría tomado décadas o siglos para comenzar por sí mismo. Una vez plantados los árboles, los animales pudieron irse a vivir al bosque tropical joven. Cuando los murciélagos llegaron, defecaron las semillas de los frutos de los árboles por fuera del área minada. Los murciélagos ayudaron a hacer que el bosque tropical joven fuera más diverso, lo cual proporcionó más comida para otras clases de animales. Después de que los humanos perturbaron el terreno, ayudaron a que el ambiente recuperara su condición saludable. Generalmente, si al principio los humanos le dan una mano, la naturaleza después puede tomar el control.



Figuras 5 y 6. Recuperación del área minera. Los caminos ilustrados en el área son utilizados para transportar tierra y plantones. Con el tiempo, en estos caminos valverá a crecer la vegetación espontáneamente y toda el área volverá a ser un bosque.



Sección de reflexión

- ¿Crees que lo mejor es dejar que la naturaleza tome el control para restaurar las condiciones saludables en un ecosistema? ¿Por qué o por qué no?

- ¿Puedes pensar en otras formas en las cuales los animales y las plantas dependen entre sí en el ambiente natural? ¿Qué les proporcionan los animales a las plantas?



Actividad

En este artículo, aprendiste cómo el *excremento* de murciélago ayudó a que los árboles se reprodujeran. En esta actividad, vas a contestar a la pregunta: ¿Qué otros beneficios aporta el excremento de murciélago a los árboles y las plantas? Para esta actividad, necesitas:

- Cuatro macetas de cuatro pulgadas con platillo
- Un balde de tierra extraída del patio de tu escuela. Asegúrate de deshacer los grumos y de remover cualquier hierba o planta, incluyendo las raíces de plantas y las rocas o piedrecillas
- Otro balde para mezclar tierra
- Una bolsa pequeña de estiércol (de venta en los viveros) o una bolsa pequeña de desecho de gusano (de venta en los viveros)
- Una bolsa de semillas de frijol (de venta en los viveros) (habichuelas)
- Una taza o una pala pequeña
- Cinta de enmascarar (cinta adhesiva) y un marcador
- Regla u otro tipo de elemento para medir longitudes

Antes de empezar, debes saber qué son el estiércol y el desecho de gusano.

¿Adivinas? Ambos son excremento de animales. Estiércol es

Cuadro para anotar las observaciones semanales. Debes hacer 4 de estos cuadros, uno para cada semana.

Fecha:	Altura de la planta de frijol #1	Altura de la planta de frijol #2	Altura de la planta de frijol #3	Promedio de la altura de las tres plantas
Tierra del patio de recreo # 1				
Tierra del patio de recreo # 2				
Tierra con excremento # 1				
Tierra con excremento # 2				

Cuadro de resumen. Altura promedio de todas las plantas de frijol a lo largo de cuatro semanas

Fecha:	Altura promedio de las plantas de frijol Semana 1	Altura promedio de las plantas de frijol Semana 2	Altura promedio de las plantas de frijol Semana 3	Altura promedio de las plantas de frijol Semana 4
Tierra del patio de recreo # 1				
Tierra del patio de recreo # 2				
Tierra con excremento # 1				
Tierra con excremento # 2				

el excremento de animales tales como las vacas y los caballos. Y tú puedes adivinar qué animal produce el desecho de gusano.

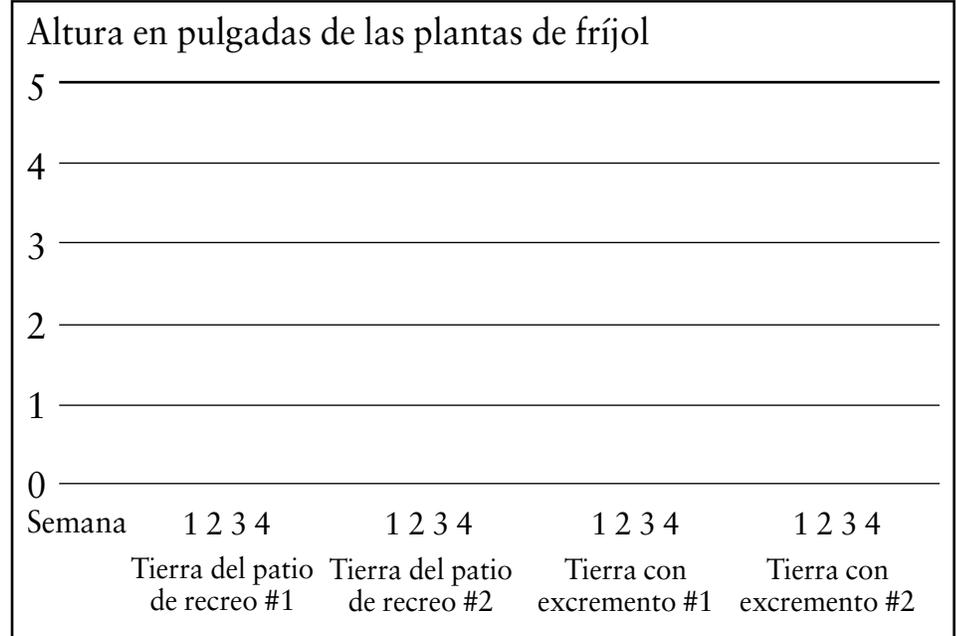
Llena dos macetas de la tierra de tu patio de escuela hasta pocos centímetros (o pulgadas) del borde. Marca las macetas “patio de recreo” con el marcador sobre la cinta de enmascarar. Saca una pala o una taza

de tierra del balde del patio de la escuela y ponla en el otro balde. Añade una pala o una taza de estiércol o de desecho de gusano y mézclalo bien. Sigue haciendo esto hasta que hayas llenado las otras dos macetas hasta pocos centímetros (o pulgadas) del borde. Marca las macetas “estiércol” o “desecho de gusano”, usando el marcador y la cinta de enmascarar. Con tu

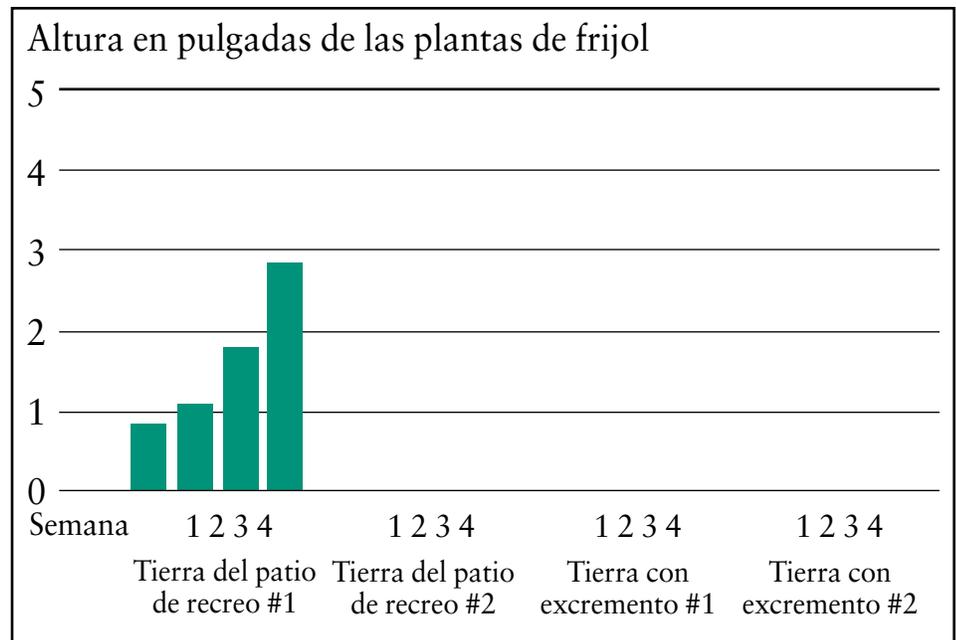
dedo pulgar, haz tres huecos de aproximadamente dos centímetros de profundidad (o una pulgada) en cada maceta. Deja un espacio adecuado entre los huecos de manera que formen un triángulo. Deposita una semilla de frijol dentro de cada huequito. Cubre las semillas con tierra de la misma maceta y rocía con un poco de agua. Coloca las macetas en una ventana que reciba bastante luz del sol. Mantén la tierra húmeda, ¡pero no eches demasiada agua! Observa las macetas cada día durante cuatro semanas. Lleva un cuadro semanal con tus observaciones. Deberás calcular la altura promedio de las plantas de frijol. Para calcular el promedio, suma la altura de las tres plantas de frijol y divide el total entre tres. Puedes comparar tus datos fácilmente creando una gráfica estadística (o histograma). Para saber cómo crear una gráfica estadística, puedes usar el cuadro de la página anterior como ejemplo. ¿Qué clase de tierra es mejor para la *germinación* y el crecimiento de las semillas de frijol? Piensa en lo que has aprendido en este artículo. Los murciélagos le ayudaron a los árboles a reproducirse dispersando las semillas en sus desechos. ¿Qué otros beneficios ofrecen los desechos de animal para los árboles? Este experimento te ayudará a responder esa pregunta.

Tomado de: Parrota, John A., Knowles, Oliver Henry y Wunderle, Joseph M. Jr. (1997). Development of floristic diversity in 10-year-old restoration forests on a bauxite mined site in Amazonia. *Forestry Ecology and Management*. 99:21-42.

Ejemplo de una gráfica estadística: Altura promedio de las plantas de frijol a lo largo de 4 semanas. (Hacer este cuadro con los datos de la tabla de resumen de la página anterior. Ver el ejemplo a continuación).



Ejemplo de gráfica estadística: Altura promedio de las plantas de frijol a lo largo de 4 semanas



¡Seguiré soplando hasta tumbar tus árboles!

El efecto de la velocidad del viento en los árboles durante el paso del huracán Hugo

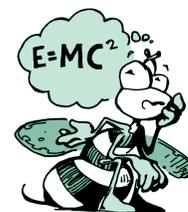


Conoce al Dr. Francis:

Me gusta ser un científico porque la naturaleza me produce una enorme curiosidad y la ciencia me da la oportunidad de involucrarme personalmente en el proceso de descubrir sus misterios.



Dr. Francis



Pensando en la ciencia

Cuando los científicos estudian algo, generalmente les gusta planear sus experimentos con anticipación para así tener más control. Cuando los científicos estudian los *desastres natu-*

rales no siempre pueden planear sus experimentos. Ésto se debe a que nadie puede saber dónde y cuándo un desastre natural va a ocurrir. Los desastres naturales incluyen eventos tales como los huracanes, los tornados, las erupciones volcánicas y las inundaciones. Los científicos de este estudio quisieron estudiar los efectos de un huracán.

Pensando en la ecología



En la naturaleza, *respuesta* y control son principios muy importantes de entender. La respuesta es una reacción a algún evento y su resultado es alguna clase de control en el sistema. Una respuesta positiva acelera un proceso; una respuesta negativa retarda un proceso. En este estudio acerca de los daños producidos por un huracán, la respuesta fue provista por algunos de los árboles, que perdieron sus hojas como reacción a los fuertes vientos del huracán. La pérdida de las hojas proporcionó cierto control que protegió dichos árboles de los vientos más fuertes. Una vez los árboles perdieron sus hojas, los vientos del huracán no pudieron causar mucho más daño. Esto proporcionó cierto control al limitar el impacto del viento en los árboles. ¿Se te ocurre algún ejemplo de respuesta y control en tu propio cuerpo?

Parte de su investigación consistía en saber la velocidad del viento del huracán al pasar por distintos lugares. Ya que no sabían cuándo y por dónde iba a pasar el huracán, tenían que valerse de las mediciones tomadas por otras personas. Algunas veces los científicos tienen que usar *datos* tomados por otras personas. ¿Se te ocurren otras situaciones en las cuales tú tienes que hacer lo mismo? (Pista: Piensa en los reportes del tiempo o en la información médica. ¿Qué otra clase de datos que tú usas son tomados por otras personas?)



Pensando en el medio ambiente

En la naturaleza, algunos eventos son *cíclicos*. Las estaciones son un ejemplo de un evento natural cíclico porque se repiten cada año. El día y la noche son también ejemplos de un evento cíclico porque se repiten diariamente. ¿Se te ocurren otros eventos cíclicos *predecibles*? Los eventos cíclicos ocurren constantemente en la naturaleza. Algunos ciclos no son tan exactos como otros. Los huracanes, por ejemplo, son cíclicos porque ocurren en los trópicos entre junio y noviembre cada año. Sin embargo, no podemos saber con exactitud qué día en ese período de tiempo va a ocurrir un huracán. ¿Se te ocurren otros eventos cíclicos que no son fácilmente predecibles?

Glosario:

- *desastre natural*: Evento que ocurre en la naturaleza y produce mucho daño o sufrimiento.
- *datos*: Información de hechos o mediciones.
- *cíclico(a)*: Como un ciclo, cuando los eventos siguen ocurriendo en el mismo orden.
- *predecible*: Fácil de anticipar.
- *respuesta*: una acción que hace que un proceso comience. La respuesta puede también verse afectada por el proceso que hace que comience.
- *especies*: grupos de organismos con semejante apariencia física, comportamiento, procesos químicos y estructura genética.
- *compacta(o)*: comprimida(o) firmemente.
- *analizar*: Estudiar o examinar detenidamente.
- *modificar*: Producir un cambio.

Introducción

Cuando pasa un huracán por un lugar, pueden ocurrir muchos daños en los edificios y otras estructuras. Uno de los tipos de daños más visible es el que ocurre en los árboles. Cuando los huracanes ocurren, los árboles pierden la mayoría de sus hojas. A pesar de que los árboles parecen afectados por los huracanes, los científicos no sabían mucho acerca de este tipo de daño. Los científicos de este estudio quisieron saber el alcance del daño causado a los árboles después del paso de un huracán tropical en Puerto Rico (ver figura 1). En septiembre de 1989, después del paso del huracán Hugo, los científicos decidieron estudiar el daño que el huracán produjo en los árboles en Puerto Rico (ver figura 2). Hugo fue un huracán de categoría 4. (tabla 1).

Los huracanes en el Caribe se forman en la costa occidental de África. Las condiciones atmosféricas empujan a los huracanes hacia las islas del Mar Caribe y hacia la costa oriental de los Estados Unidos (ver figura 3).



Figura 2. Daño causado a los árboles durante el huracán Hugo.



Sección de reflexión

- Los científicos sabían que, en general, el huracán Hugo llevaba vientos entre 131 y 155 mph (millas por hora), o de 210 a 249 kph (kilómetros por hora). ¿Por qué crees que quisieron medir la velocidad del viento en diferentes lugares de Puerto Rico?

- ¿Crees que los árboles sin hojas sufren menos daños en un huracán que los árboles que sí tienen hojas? ¿Por qué o por qué no?

Método

Los científicos querían comparar el daño causado a los



Figura 1. Localización geográfica de Puerto Rico.

Categoría	Velocidad del viento
1	74-95 mph/ 119-153 kph
2	96-110 mph/ 154-177 kph
3	111-130 mph/ 178-209 kph
4	131-155 mph/ 210-249 kph
5	156+ mph/ 250+ kph

Nota: Si quieres convertir la cantidad de millas por hora (mph) en kilómetros por hora (kph), multiplica el número de mph por 1,61. Para convertir los kph en mph, multiplica el número de kph por 0,621.

Tabla 1. Escala Saffir-Simpson que indica la intensidad de los huracanes.



Figura 3. Los huracanes tropicales del oriente de América del Norte comienzan como tormentas tropicales en el occidente de la costa de África.

árboles a las diferentes velocidades del viento del huracán. Para lograrlo, debieron estudiar los árboles en áreas donde se habían colocado instrumentos para medir el viento antes del paso de Hugo. En 18 áreas, los científicos observaron 81 especies distintas de árboles. Observaron el daño causado en 1.226 árboles. Clasificaron los

árboles en cinco categorías basándose en la cantidad de daño observada. Entonces compararon las palmas y los árboles de hoja ancha para determinar si uno de los dos tipos de árbol sufrió más daño que el otro (ver figura 4). En las palmas y en los árboles de hoja ancha compararon el daño de acuerdo a la velocidad del viento.



Figura 4. Palmas y árboles de hoja ancha



Sección de reflexión

- ¿Por qué los científicos tuvieron que estudiar los árboles que estaban cerca de los instrumentos que miden el viento?
- Observa las formas de las hojas de la figura 4. ¿Crees que los científicos descubrieron que los daños causados por el huracán eran distintos de acuerdo a la clase de hoja de los árboles? ¿Por qué o por qué no?

Resultados

Los científicos descubrieron muchas cosas acerca del daño causado a los árboles durante el paso del huracán Hugo. Primero, encontraron que los árboles grandes sufren más daños que los árboles pequeños. También descubrieron que las palmas sufren menos daños que los árboles de hoja ancha. Descubrieron, además, que después de que los árboles de hoja ancha pierden sus hojas por la acción del viento, sufren menos daños. Los vientos del huracán siguieron causando más daños al soplar con mayor velocidad. Sin embargo, cuando el viento viajaba a más de 100 kilómetros por hora (multiplica 100 por 0,621 para saber qué tan rápido, en millas, viajaba este viento), no causaba mucho más daño (ver figura 5). Para entonces, la mayoría de las hojas se habían desprendido de los árboles.

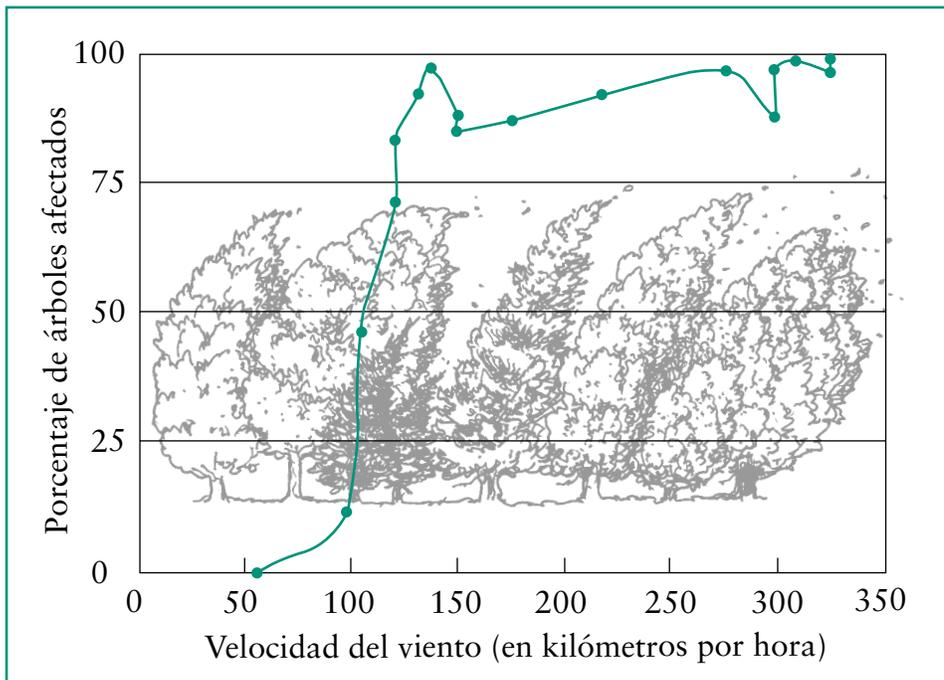


Figura 5. La mayoría del daño causado a los árboles ocurre cuando el viento viaja hasta los 100 kilómetros por hora.



Actividad

Los científicos de este estudio tuvieron que depender de los instrumentos que estaban cerca de su área de estudio. También tuvieron que utilizar instrumentos leídos por otras personas. En esta actividad, responderás a la pregunta: ¿Los instrumentos para medir condiciones climáticas hechos por otras personas en lugares lejanos pueden ser usados en otras áreas o situaciones? Cada día usamos esa clase de mediciones, tal como cuando escuchamos los reportes locales de la temperatura. Esta actividad te ayudará a pensar si es que es posible confiar en las mediciones del tiempo que no son tomadas exactamente en el lugar donde te encuentras. El método a usar es el siguiente: consigue un termómetro de intemperie y colócalo afuera, en la sombra. Observa y anota la temperatura cada tarde, durante una semana, a la misma hora. Puedes usar el ejemplo de la página siguiente como guía. Antes de empezar a hacer tus observaciones, busca otra fuente de información acerca de la temperatura en la ciudad o en el pueblo donde vives. Luego busca otra fuente de la temperatura actual en tu pueblo o ciudad. Es probable que puedas llamar a un número de teléfono especial, al aeropuerto local, a una estación de radio, o revisar una página de Internet. Usando el cuadro en la página siguiente, anota la temperatura reportada a la misma hora que has tomado la temperatura de tu termómetro. Para ayudarte a *analizar* las diferencias entre la temperatura observada y la reportada, puedes crear una gráfica estadística a partir de la informa-



Sección de reflexión

- ¿Por qué crees que las palmas sufrieron menos daño que los árboles de hoja ancha?

ancha?

- Habla con tus compañeros de clase y averigüen si alguno de ustedes ha visto alguna vez un árbol que haya sido tumbado o roto por la acción del viento. ¿Qué tan alto era el árbol? ¿Qué tan ancho era el tronco? ¿Hay algunas semejanzas entre los árboles vistos por tus compañeros? ¿Cuáles son esas semejanzas?

Implicaciones

En los lugares donde ocurren los huracanes, la gente debe pensar con cuidado dónde plantar árboles, construir casas y otros edificios. Los árboles deben plantarse únicamente en tierras profundas, bien irrigadas y sin

compactar. Si un huracán se aproxima, se puede proteger a los árboles de hoja ancha cortándoles las hojas. Los huracanes son eventos naturales *cíclicos* en el Caribe y en la costa este de los Estados Unidos. Ya que no pueden ser controlados, la gente debe aprender a vivir con ellos.



Sección de reflexión

- ¿La gente que vive en áreas donde los huracanes ocurren debe construir sus casas cerca de árboles de hoja ancha? ¿Por qué o por qué no?

- Los huracanes podrían causarle daños a los edificios y a algunos árboles. ¿Crees que los huracanes producen algún beneficio? ¿Por qué o por qué no? Si crees que producen beneficios, ¿cuáles podrían ser?

Ejemplo de cuadro para anotar las temperaturas.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Temperatura observada (F o C)					
Temperatura reportada (F o C)					

ción de tu tabla (ver el ejemplo de un cuadro de barras al final de esta actividad). Ahora compara la temperatura que tomaste con la reportada. ¿Las dos temperaturas diarias son iguales o diferentes? ¿Crees que la temperatura reportada es una medida adecuada de la temperatura en tu escuela? ¿Por qué o por qué no?

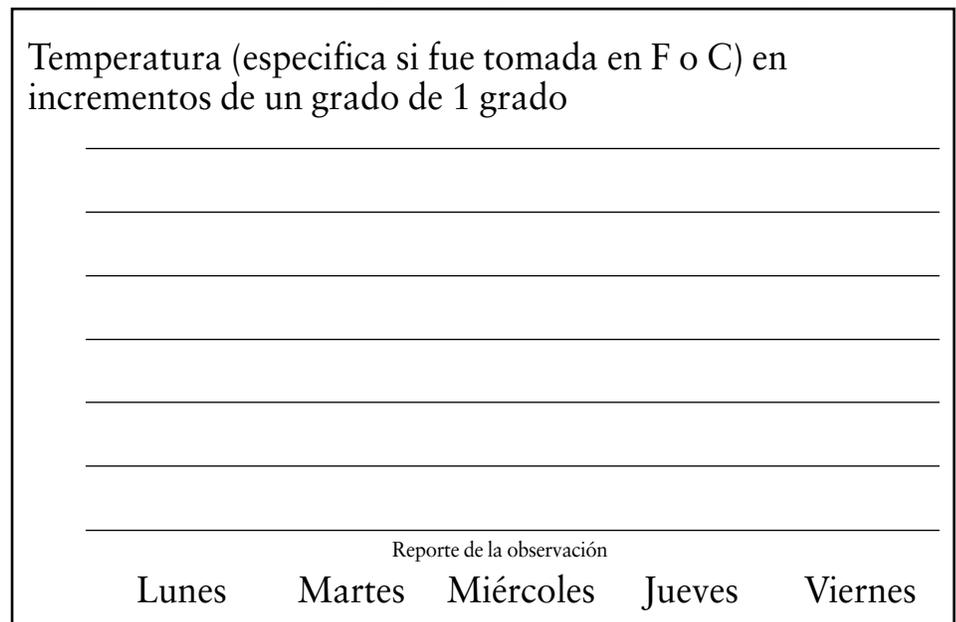
Podrías también anotar la temperatura tomada y la reportada a diferentes horas del día a lo largo de una semana. Entre más observaciones tengas para ser comparadas, tus descubrimientos serán más precisos. Si tus resultados son más precisos, ¿confiarás más o menos en tu respuesta a la pregunta de esta Actividad? ¿Por qué?

Convierte tus temperaturas de grados centígrados a Fahrenheit o de Fahrenheit a grados centígrados. Después has un nuevo cuadro usando las nuevas cantidades. Compara los cuadros. ¿En qué se parecen? ¿Cuáles son las diferencias? Esta es la forma como debes hacer las conversiones:

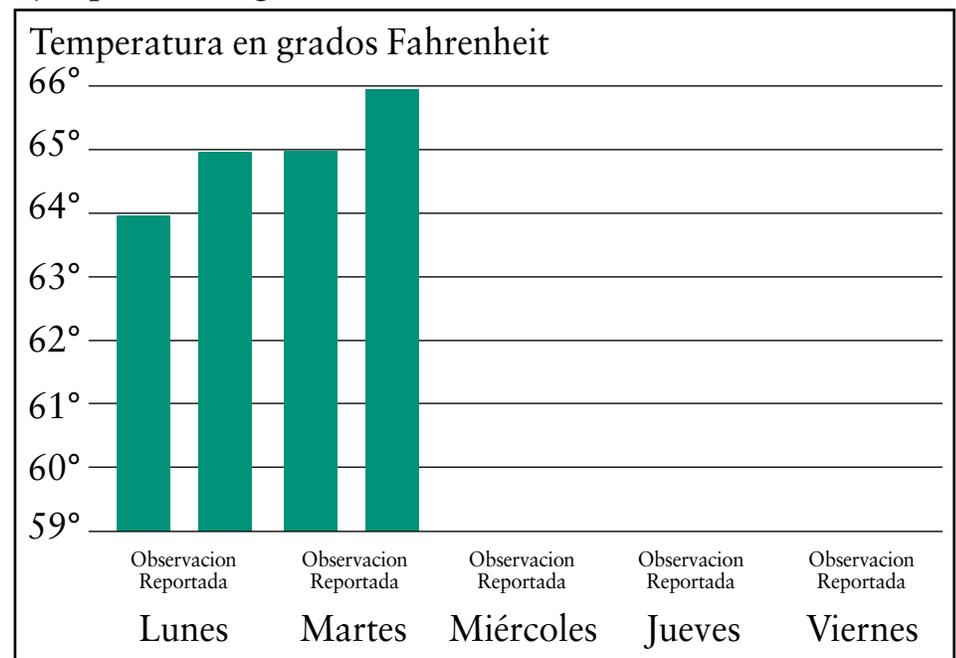
Si tienes las temperaturas en grados Fahrenheit: réstale 32 a esa cantidad y multiplica por 0.55

Si tienes las temperaturas en grados centígrados: multiplica la temperatura por 1.8 y luego súmale 32.

Ejemplo de cuadro (histograma) para analizar las temperaturas.



Ejemplo de una gráfica estadística





¡Otra Actividad!

¿Quieres medir la velocidad del viento como en los viejos tiempos? Aquí incluimos una versión *modifi-*

cada de la escala desarrollada para ayudar a los marineros ingleses a calcular la velocidad del viento cuando los instrumentos actuales todavía no se habían inventado. ¿Por qué crees que los marineros ingleses no hubieran podido usar la

escala tal como se presenta aquí? (Pista: ¿En qué lugar estarían los marineros ingleses cuando necesitaran calcular la velocidad del viento?). ¿Qué parte de la escala ha sido modificada?

Velocidad en mph	Nombre	Efectos comunes
0-1	Calmado	El humo sube en línea recta.
1-3	Aire ligero	El humo se desvía en el aire.
4-7	Brisa ligera	Se siente en la cara y las hojas se mueven.
8-12	Brisa suave	Las hojas se mueven y las banderas ondulan.
13-18	Viento moderado	El polvo, las hojas y el papel vuelan. Las ramas se mueven.
19-24	Viento fresco	Los árboles pequeños se balancean.
25-31	Viento fuerte	Las ramas grandes se mueven. Se escucha el zumbido del aire por los cables.
32-38	Vendaval	Los árboles se balancean. Es difícil caminar.
39-46	Vendaval fresco	Las ramas de los árboles se quiebran.
47-54	Vendaval fuerte	Las ramas grandes se rompen. Los tejados se sueltan.
55-63	Tormenta	Los árboles se rompen. Los edificios se ven afectados.
64-72	Tormenta violenta	Daño general.
73-major	Huracán	Daño extremo.

Tomado de: Cox, J. D. (2000). *Weather for dummies*. Foster City, CA: IDG Books, p. 90.

Tomado de: Francis, John K. y Gillespie, Andrew J. R. (1993). Relating gust speed to tree damage in Hurricane Hugo, 1989. *Journal of Aboriculture*, 19(6): 368-373.

¿Qué estándares nacionales de la educación científica son observados por 'El Natural Inquirier'?

Artículos → Estándares*	Nadando contra la corriente	Hojeando	¡Cómo crecen!	¡Es un gas!	Por favor, Ven a cenar con nosotros	Algunas cosas siempre cambian	Murcielagando	Seguiré soplando hasta tumbiar tus árboles
La ciencia como investigación								
Habilidades necesarias para hacer investigaciones científicas	X	X	X	X	X	X	X	X
Ciencia física								
Propiedades de la materia				X				
Transferencia de energía		X		X			X	
Ciencia de la vida								
Estructura y funcionamiento de los organismos vivos		X		X	X	X		
Reproducción y herencia	X						X	
Regulación y comportamiento	X	X						X
Poblaciones y ecosistemas	X	X	X	X	X		X	X
Diversidad y adaptaciones de organismos					X		X	X
Ciencia de la tierra y el espacio								
Estructura del sistema de la Tierra				X		X	X	X
La Tierra en el Sistema Solar		X						X
Ciencia y tecnología								
La naturaleza de las soluciones tecnológicas	X					X		
Equilibrio y tecnología	X							
Beneficios y consecuencias	X			X				
Perspectivas personales y sociales de la ciencia								
Salud personal				X				X
Peligros naturales				X				X
Riesgos y beneficios				X		X		X
Ciencia, tecnología y sociedad	X							X
Historia y carácter de la ciencia								
La ciencia como esfuerzo humano	X	X	X					
El carácter de la ciencia				X	X			

¿Qué es el Servicio Forestal?

El Servicio Forestal es una agencia del gobierno federal compuesta por miles de personas que cuidan más de 150 bosques y praderas nacionales. Los bosques y praderas nacionales son áreas grandes de terreno que poseen árboles, arroyos y pastizales. Los bosques nacionales se parecen a los parques nacionales en algunos aspectos. Tanto los bosques nacionales como los parques nacionales proporcionan agua limpia, áreas naturales para que los animales puedan vivir y lugares donde las personas puedan llevar a cabo actividades al aire libre para su diversión. Además, los bosques nacionales proporcionan recursos que las personas pueden utilizar, tales como: madera, minerales y plantas medicinales.

Parte del personal del Servicio Forestal son científicos. Investigaciones realizadas por algunos de ellos son presentados en esta revista. Los científicos del Servicio Forestal trabajan para ayudar a resolver problemas y para proporcionar nueva información sobre los recursos naturales. De esta forma, ayudamos a proteger la salud de nuestro ambiente en el presente y el mantenimiento de ésta en el futuro.

El Departmento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) prohíbe la discriminación basada en la raza, color, nacionalidad, sexo, religión, edad, incapacidad física, creencias políticas, orientación sexual y status familiar en todos sus programas y actividades. Las personas con limitaciones físicas que requieran

alternativas para poder utilizar información de los programas (Braille, texto grande, etc.) favor comunicarse con el Target Center de USDA al teléfono (202) 7720-2600 (voz y TDD).

Para reportar quejas sobre discriminación, favor escribir a USDA, "Director of the Office of Civil Rights, Room 326-W, Whitten Building, 1400 Independence Avenue, SW Washington DC 20250-9410, o llamar al (202) 720-5964 (voz y TDD). USDA es un empleador que ofrece igualdad de oportunidades.



United States Department of Agriculture



Forest Service

FS-726 • February 2002

Para mayor información visita los siguientes sitios en la red Internet:

Servicio Forestal:

<http://www.fs.fed.us>

El Natural Inquirer:

<http://www.naturalinquirer.usda.gov>

Programa de Educación para la conservación:

<http://www.fs.fed.us/outdoors/nrce/>

Bosque Nacional del Caribe, página para niños:

<http://www.usda.gov/news/usdakids/index.html>

USDA, página para los niños:

www.usda.gov/news/usakids/index.html

NatureWatch:

<http://www.fs.fed.us/outdoors/naturewatch/default.htm>

Woodsy Owl:

<http://www.fs.fed.us/spf/woodsdy>

Smokey Bear:

<http://www.smokeybear.com>

Información sobre oportunidades recreativas en los bosques nacionales:

<http://www.fs.fed.us/links/forests/html>

National Forest Recreation:

<http://www.fs.fed.us/recreation/recreation.html>

Instituto Internacional de Dasonomía Tropical:

<http://www.fs.fed.us/global/iitf>